

ACÚSTICA DE PARQUES E RESERVAS NATURAIS EM PORTUGAL

Estudo de casos

MIGUEL ALEXANDRE GONZALEZ PEREIRA

Dissertação submetida para obtenção do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA DO AMBIENTE

Orientador: Professor Doutor António Pedro Oliveira de Carvalho

FEVEREIRO DE 2013

ACÚSTICA DE PARQUES E RESERVAS NATURAIS EM PORTUGAL

Estudo de casos

Miguel Alexandre Gonzalez Pereira

Mestrado Integrado Engenharia do Ambiente

Aprovado em provas públicas pelo Júri:

Presidente: Professora Doutora Belmira de Almeida Ferreira Neto

Arguente: Professora Doutora Cecília Alexandra Abreu Coelho da Rocha

Orientador Académico: Professor Doutor António Pedro Oliveira de Carvalho

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA DO AMBIENTE 2012/2013

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DO AMBIENTE

Tel. +351-22-508 1673

Fax +351-22-508 1446

✉ Secretariado: catc@fe.up.pt

✉ Director de Curso: afiuza@fe.up.pt

🌐 <http://paginas.fe.up.pt/~miea>

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente - 2012/2013 - Departamento de Engenharia do Ambiente, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2013.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respectivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão electrónica fornecida pelo respectivo Autor.

A todos aqueles que sempre acreditaram
em mim, em especial aos meus Pais

Os factos são sonoros. O que importa são os silêncios por trás deles

Clarice Lispector

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor António Pedro Oliveira de Carvalho a minha sincera gratidão pela orientação, disponibilidade e compreensão mostrada no decorrer deste trabalho académico.

Queria deixar também uma palavra de apreço ao Laboratório de Acústica da FEUP, na pessoa do Engenheiro Eduardo Costa, pela ajuda e contributo, fundamentais no trabalho de campo.

Não podia deixar de agradecer a todos os meus amigos e familiares todo o apoio e carinho que me deram em cada momento da minha vida e por serem tão especiais que me fazem sentir especial.

Ao Bruno Monteiro, que sem ele as medições não teriam sido possíveis.

Ao Grupo de Fados de Engenharia e restante comunidade académica, que se tornaram ao longo destes anos uma segunda família, a minha gratidão pelos valores incutidos, valores esses que me formaram como pessoa.

E a todos aqueles com quem tive o prazer de privar desde colegas a professores, ao longo destes anos e com quem pude aprender tanto um muito obrigado por fazerem de mim a pessoa que sou hoje. Aquelas pessoas a quem o curso tornou próximas, ficam as memórias e as recordações dos momentos bons e maus passados ao longo destes anos e a certeza que, independentemente do que o futuro nos reserve, no fundo e cada um ao seu jeito somos todos “estrelas e cometas” da mesma constelação.

Um reconhecimento também a todas as pessoas que tornaram este trabalho possível, pela partilha de conhecimento, informação e disponibilidade, em especial, e pelo contacto mais direto, às pessoas do Parque Natural do Litoral Norte e das Portas do Parque Nacional da Peneda e Gerês pela amabilidade, o tempo e apoio disponibilizados.

RESUMO

Poluição sonora é algo diferente do conceito geral que o público tem pelo termo poluição. De facto, a palavra poluição está conotada, essencialmente, com o solo ou aquíferos e mesmo quando se fala em poluição do ar, por norma refere-se ao efeito de gases na atmosfera e raramente se referem aos problemas acústicos. No entanto, desde a década de 1970, com o Noise Control Act nos Estados Unidos da América e com o aumento dos estudos que relacionam graves problemas de saúde com a exposição ao ruído, tem-se verificado uma crescente preocupação ambiental com ruído e com o tipo de ambientes acústicos aos quais nos expomos. Assim, tem-se assistido a uma, cada vez maior, procura de espaços ditos silenciosos quer dentro das cidades (como parques e jardins públicos) quer em ambientes mais afastados das povoações (parques e reservas naturais). Com esta procura e com a crescente industrialização do mundo atual, surge a necessidade de preservar e garantir um bom ambiente acústico com o mínimo de ruído antropogénico, especialmente, pela sua influência quer no mundo animal, quer afetando a própria percepção que os visitantes têm da natureza.

Este trabalho visa portanto, caracterizar e analisar a paisagem sonora (soundscape) de parques naturais ou nacionais, utilizando a metodologia e métodos de cálculo definidos no Decreto-Lei nº 146/2006. Utilizando como parâmetros de medição L_{Aeq} , L_{AFmin} , L_{AFmax} , L_{A10} , L_{A50} , L_{A90} , juntamente com dados recolhidos no local, como a origem e duração dos ruídos e condições meteorológicas, é possível caracterizar a paisagem sonora de cada local e fazer a comparação com a situação de outros parques quer ao nível da paisagem sonora que os caracteriza quer na influência que os diversos ruídos antropogénicos têm nessa paisagem e em que medida isso se reflete na percepção humana do local.

Os locais selecionados para casos de estudo foram o Parque Nacional da Peneda e Gerês, pela sua magnitude e o Parque Natural do Litoral Norte, pelas suas características físicas muito particulares (localiza-se perto da costa).

Os resultados obtidos permitiram concluir que o Parque Nacional da Peneda e Gerês é, regra geral, menos ruidoso que o Parque Natural do Litoral Norte, apresentando valores de L_{Aeq} entre 33 e 51 dB e entre 51 e 52 dB, respetivamente. No Parque Natural do Litoral Norte foi encontrada uma diferença de valores entre a “Zona Sul”, menos ruidosa (≈ 51 dB) e a “Zona Norte” mais ruidosa (≈ 52 dB) e uma grande interferência de ruídos antropogénicos.

No Parque Nacional da Peneda e Gerês, a zona mais ruidosa foi a Serra da Peneda ($L_{Aeq} \approx 51$ dB) e a menos ruidosa a Serra do Soajo ($L_{Aeq} \approx 33$ dB). A presença de sons antropogénicos, embora não tão vincada como no Parque Natural do Litoral Norte também está evidenciada com um L_{nat} equivalente a L_{A65} . Apesar de tudo em ambos os parques se verifica a situação de, em pelo menos 50% da área do parque, se verificar pelo menos 75% de sons naturais.

As zonas menos ruidosas foram encontradas em locais longes de focos populacionais enquanto que as mais ruidosas se encontram ou perto de focos populacionais ou perto de pontos de água como rios ou mar. Nestes últimos casos, no entanto, este som natural acaba por mascarar (por vezes completamente) os ruídos de origem antropogénica.

Neste trabalho foi comparada a situação acústica das áreas naturais portuguesas estudadas com a de alguns casos norte-americanos. Foi ainda realizada a comparação entre a caracterização acústica destes locais com a caracterização acústica dos Parques e Jardins Urbanos da cidade do Porto.

PALAVRAS-CHAVE: Acústica, Ambiente, Reservas Naturais, Ruído, Parques Naturais.

ABSTRACT

Noise pollution is somehow a different concept than the one general public has of the term “pollution” by itself. In fact, the word “pollution” is mainly associated with the soil or water and even when it comes to air pollution, usually it refers to the effect of atmospheric gases and only rarely refers to acoustical problems. However, since the 1970s, with the Noise Control Act in the United States and with an increasing number of studies that relate serious health problems with noise exposure, there has been a growing concern with environmental noise and the soundscape to which we are exposed. So there has been an ever increasing, demand for places called silent within cities (such as public parks and gardens) or in places away from urban civilization (parks and reserves). With this demand and the increasing industrialization of the world, there is a need to preserve and ensure a good acoustic environment with minimal anthropogenic noise, especially because of the influence in both the animal world, and the perception that visitors have of nature.

This paper seeks to characterize and analyze the soundscape of natural or national parks, using the methodology and calculation methods set out in Decreto-Lei nº 146/2006. Using the measurement parameters L_{Aeq} , L_{AFmin} , L_{AFmax} , L_{A10} , L_{A50} , L_{A90} , along with data collected on site, such as the weather conditions and the origin and duration of the noise, it is possible to characterize the soundscape of each park and compare it to other parks soundscape's and the influence that various anthropogenic noises have in those areas and to what extent this is reflected in the human perception of the place.

The sites selected for the study were Parque Nacional da Peneda e Gêres, by its magnitude (the largest in Portugal) and Parque Natural do Litoral Norte, by its very particular characteristics (small and located near the coast).

The results showed that Parque Nacional da Peneda e Gêres is generally less noisy than Parque Natural do Litoral Norte, with values of L_{Aeq} between 33 and 51 dB, and between 51 and 52 dB, respectively. In Parque Natural do Litoral Norte was found a difference between the values of "South Area", less noisy (≈ 51 dB) and the "North Area", noisiest (≈ 52 dB) and a large anthropogenic noise interference with an L_{nat} equivalent to L_{A71} .

At the Parque Nacional da Peneda e Gêres the noisiest area was Serra da Peneda ($L_{Aeq} \approx 51$ dB) and less noisy area Serra do Soajo ($L_{Aeq} \approx 33$ dB). The presence of anthropogenic sounds, although not as high as in Parque Natural do Litoral Norte is also reflected by a L_{nat} equivalent to L_{A65} . In both parks we found a situation where at least in 50% of the park area is found at least 75% of natural sounds.

The quieter areas were found at sites distant from urban agglomerations while the noisiest are close to these areas or near water sources such as rivers or sea. In those cases, this natural sound masked (sometimes completely) the anthropogenic noise.

In this study, the acoustic situation of the studied Portuguese natural areas was compared with some North-American areas. A comparison was also made between the acoustic characterization of these sites and the acoustic characterization of urban parks and gardens in the city of Porto.

KEYWORDS: ACOUSTIC, ENVIRONMENT, NATURE RESERVES, NOISE, NATURAL PARKS.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Enquadramento e Objetivos	1
1.2. Estrutura da Tese	2
2. ESTADO DA ARTE	5
2.1. INTRODUÇÃO	5
2.2. ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA	6
2.3. EUROPA E OUTROS PAÍSES	13
2.4. CONCLUSÕES	17
3. FUNDAMENTOS E CONCEITOS TEÓRICOS	19
3.1. INTRODUÇÃO	19
3.2. CONCEITOS	20
3.2.1. SOM E RUÍDO, PROPAGAÇÃO DO SOM E SISTEMA AUDITIVO HUMANO	20
3.2.2. INTENSIDADE E POTÊNCIA SONORA	22
3.2.3. NÍVEIS	23
3.2.4. ANÁLISE EM FREQUÊNCIA E EM BANDAS DE FREQUÊNCIA	23
3.2.5. CURVAS DE PONDERAÇÃO	25
3.2.6. ANÁLISE NO TEMPO	26
3.2.7. ACÚSTICA DE EXTERIORES	27
3.2.8. EFEITO DO RUÍDO NOS SERES HUMANOS	28
3.3. SOUNDSCAPE (PAISAGEM SONORA)	29
4. MÉTODOS E EQUIPAMENTOS	31
4.1. NORMAS E PROCEDIMENTOS	31
4.1.1. NP ISO 1996	31

4.1.2. PROCEDIMENTOS DE MEDIÇÃO DO RUÍDO	32
4.2. PARÂMETROS DE ANÁLISE	33
4.3. EQUIPAMENTOS	35
4.3.1. SONÓMETROS	35
4.3.2. TRANSDUTORES	36
4.3.2.1 Microfone	36
4.3.2.2 Calibrador Sonoro	37
4.3.3. FILTROS E PONDERAÇÃO EM FREQUÊNCIA	37
4.3.4. DETECTOR	38
4.4. METODOLOGIA E EQUIPAMENTOS UTILIZADAS NOS LOCAIS DE ESTUDO.....	38
4.4.1. EQUIPAMENTO	38
4.4.2. PARÂMETROS DE ANÁLISE	39
4.4.3. PROCEDIMENTO	39
 5. Locais	 41
5.1. PARQUE NACIONAL DA PENEDA E GERÊS	41
5.1.1. HISTÓRIA E DESCRIÇÃO DO LOCAL.....	41
5.1.2. PONTOS DE MEDIÇÃO	46
5.1.2.1 Serra da Peneda	46
5.1.2.2 Serra do Soajo	51
5.1.2.3 Serra Amarela	54
5.1.2.4 Serra do Gerês.....	56
5.2. PARQUE NATURAL DO LITORAL NORTE	60
5.2.1. HISTÓRIA E DESCRIÇÃO DO LOCAL.....	60
5.2.2. PONTOS DE MEDIÇÃO	63
5.2.2.1 Zona Norte	63
5.2.2.2 Zona Sul.....	69
 6. Resultados	 77
6.1. INTRODUÇÃO	77
6.2. PARQUE NACIONAL DA PENEDA E GERÊS	79
6.2.1. SERRA DA PENEDA.....	79
6.2.2. SERRA DO SOAJO	80

6.2.3. SERRA AMARELA	82
6.2.4. SERRA DO GERÊS	83
6.3. PARQUE NATURAL DO LITORAL NORTE	85
6.3.1. ZONA NORTE	85
6.3.2. ZONA SUL.....	87
6.4. ANÁLISE DE RESULTADOS	89
6.4.1. L_{NAT}	89
6.4.2. L_{Aeq}	92
6.4.3. L_{A10} , L_{A50} e L_{A90}	94
6.4.4. ΔL_A	95
6.4.5. Efeito da ronca de nevoeiro	97
6.5. COMPARAÇÃO DE RESULTADOS	99
6.5.1. COMPARAÇÃO COM PARQUES NORTE-AMERICANOS	99
6.5.2. COMPARAÇÃO COM PARQUE DA CIDADE DO PORTO	106
7. SUGESTÕES PARA MELHORARIA DA PAISAGEM SONORA	107
7.1. TIPOS DE INTERVENÇÃO PARA POSSÍVEL MELHORAMENTO DO AMBIENTE ACÚSTICO	107
7.1.1. BARREIRAS ACÚSTICAS, REDUÇÃO DE VELOCIDADE E MUDANÇA DE PISO	107
7.1.2. ADIÇÃO DE SONS NATURAIS NA PAISAGEM SONORA	108
7.1.3. PAISAGEM SONORA ARTIFICIAL	109
7.2. SUGESTÕES DE INTERVENÇÃO NOS PARQUES ESTUDADOS	109
7.2.1. PARQUE NACIONAL DA PENEDA E GERÊS	109
7.2.2. PARQUE NATURAL DO LITORAL NORTE.....	111
8. CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	115
8.1. CONCLUSÕES	115
8.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	117
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1.: Investigadoras do <i>Natural Sounds & Night Skies Division</i> numa campanha de sensibilização em <i>Muir Woods National Monument, California, EUA</i>	7
Figura 2.2.: Sinal declarando <i>Cathedral Grove</i> , no <i>Muir Woods National Monument</i> como área silenciosa.....	8
Figura 2.3.: Resultados das iniciativas de redução de ruído por parte dos visitantes no <i>Muir Woods National Monument</i> . Cada círculo representa uma hora de medição e a média das medições é representada pela reta. As setas indicam o desvio para com a situação de controlo.....	8
Figura 2.4.: Exemplo de um espectograma referente a 24 horas obtido no estudo de Lynch <i>et al</i> . As áreas escuras representam momentos silenciosos e as claras momentos ruidosos. Os eventos evidenciados por caixas são apenas alguns dos voos detetados no período de medições	11
Figura 2.5.: Percentagem de tempo em que ruído antropogénico foi escutado em alguns dos parques nacionais dos EUA estudados no trabalho de Lynch <i>et al</i>	11
Figura 2.6.: Aspeto geral da informação disponibilizada pelo estudo de Aspuru <i>et al</i> , no Parque Natural de Urkiola, Espanha, para cada local.....	14
Figura 2.7.: Resultados obtidos no caso prático por Molina <i>et al</i> na região de Anceu, Espanha	15
Figura 2.8.: Locais de gravação do projeto “Paisagens Acústicas Naturais de Portugal”	16
Figura 2.9.: Inquérito entregue aos utilizadores dos The Great Trails, Nova Zelândia	16
Figura 2.10.: Resultados dos inquéritos preenchidos pelos utilizadores do The Great Trails, Nova Zelândia.....	17
Figura 3.1.: O fenómeno ondulatório responsável pela propagação de ondas sonoras	19
Figura 3.2.: As variadas zonas de conhecimento da Acústica	20
Figura 3.3.: Composição de um som complexo: as ondas A e B representam sons puros (componente única em termos de frequência) cuja soma representa um som complexo, a onda C.....	21
Figura 3.4.: O aparelho auditivo humano.....	22
Figura 3.5.: Gama do audível do ser humano.....	24
Figura 3.6.: A audição humana e as frequências em que se insere.....	24
Figura 3.7.: Definição de largura de banda	25
Figura 3.8.: Exemplo de definição gráfica de L_{A0} , L_{A5} , L_{A90} , L_{A100} e L_{Aeq}	27
Figura 3.9.: O efeito do gradiente de temperaturas na propagação do som	28
Figura 3.10.: O efeito do vento na propagação do som.....	28
Figura 4.1.: Gama de sonómetros da empresa Brüel & Kjær	36
Figura 4.2.: Diagrama do funcionamento típico de um sonómetro	36
Figura 4.3.: Calibrador sonoro.....	37
Figura 4.4.: Sonómetro da Brüel & Kjær, modelo 2236, classe 1, com microfone e proteção	39

Figura 4.5.: Sonómetro e tripé aparelhados durante medição.....	39
Figura 4.6.: Termo–higrómetro Anemómetro a ser utilizado por um colaborador	39
Figura 5.1.: Área do Parque Nacional da Peneda e Gerês, em 1971	42
Figura 5.2.: Anta em Portela do Mezio.....	42
Figura 5.3.: Castro de Outeiro.....	43
Figura 5.4.: O trajeto da Geira Romana, ligando Braga a Astorga	43
Figura 5.5.: Detalhe do marco miliário XXIX da Geira Romana	43
Figura 5.6.: Mosteiro de Santa Maria das Júnias.....	44
Figura 5.7.: Castelo do Lindoso	44
Figura 5.8.: Espigueiro na região do Lindoso	45
Figura 5.9.: Pormenor do boi barrosão	46
Figura 5.10.: O cão de Castro Laboreiro.....	46
Figura 5.11.: Pontos de medição na Serra da Peneda (PNPG)	47
Figura 5.12.: Local de medição do ponto 1: Castelo de Castro Laboreiro (PNPG).....	48
Figura 5.13.: Pormenor das medições realizadas no Castelo de Castro Laboreiro (PNPG).....	48
Figura 5.14.: Local de medição do ponto 2: Aldeia de Castro Laboreiro (PNPG)	49
Figura 5.15.: Local de medição do ponto 3: Mata de Tieiras (PNPG)	49
Figura 5.16.: Local de medição do ponto 4: Aldeia da Peneda (PNPG).....	50
Figura 5.17.: Local de medição do ponto 5: Lagoa da Peneda (PNPG)	50
Figura 5.18.: Penedo da lagoa da Peneda (PNPG).....	51
Figura 5.19.: Local de medição do ponto 6: Porta de Lamas de Mouro (PNPG)	51
Figura 5.20.: Pontos de medição na Serra do Soajo (PNPG)	52
Figura 5.21.: Local de medição do ponto 7: Porta do Mezio	52
Figura 5.22.: Local de medição do ponto 8: Mamoas do Mezio (PNPG)	53
Figura 5.23.: Local de medição do ponto 9: Mata do Mezio (PNPG)	53
Figura 5.24.: Pontos de medição na Serra Amarela (PNPG)	54
Figura 5.25.: Local de medição do ponto 10: Miradouro da Ermida (PNPG)	54
Figura 5.26.: Local de medição do ponto 11: Porta de Lindoso (PNPG).....	55
Figura 5.27.: Local de Medição do ponto 12: Vilarinho das Furnas (PNPG).....	56
Figura 5.28.: Pontos de medição na Serra do Gerês (PNPG).....	57
Figura 5.29.: Local de medição do ponto 13: Porta de Campo do Gerês (PNPG).....	58
Figura 5.30.: Local de medição do ponto 13: Calcedónia (PNPG).....	58
Figura 5.31.: Local de medição do ponto 15: Portela do Homem (PNPG).....	59

Figura 5.32.: Local de medição do ponto 16: Aldeia de Pitões das Júnias (PNPG).....	58
Figura 5.33.: Local de medição do ponto 17: Mosteiro de Santa Maria das Júnias (PNPG)	60
Figura 5.34.: Recolha do sargaço, posteriormente utilizado como fertilizante	61
Figura 5.35.: Exemplo de campo de cultivo em “masseiras” ou “gamelas”	61
Figura 5.36.: Ocupação da Zona Norte do PNLN, em 2000	64
Figura 5.37.: Pontos de medição na Zona Norte (PNLN)	65
Figura 5.38.: Local de medição do ponto 18: Zona Litoral (PNLN).....	66
Figura 5.39.: Local de medição do ponto 19: Zona de Pinhal (PNPL).....	66
Figura 5.40.: Local de medição do ponto 20: Zona limite do Parque (PNLN)	67
Figura 5.41.: Local de medição do ponto 21: Foz do Rio Neiva (PNLN).....	67
Figura 5.42.: Local de medição do ponto 22: Zona de Sapal (PNLN)	68
Figura 5.43.: Local de medição do ponto 23: Foz do Cávado (PNLN)	68
Figura 5.44.: Local de medição do ponto 24: Limite com Esposende (PNLN)	69
Figura 5.45.: Local de medição do ponto 25: Zona dunar (PNLN)	69
Figura 5.46.: Ocupação da Zona Sul do PNLN, em 2000	70
Figura 5.47.: Pontos de medição da Zona Sul (PNLN).....	71
Figura 5.48.: Local de medição do ponto 26: Zona Limite (PNLN).....	71
Figura 5.49.: Local de medição do ponto 27: Zona Litoral (PNPL).....	72
Figura 5.50.: Local de medição do ponto 28: Zona de floresta (PNLN)	72
Figura 5.51.: Local de medição do ponto 29: Zona Limite (PNLN).....	73
Figura 5.52.: Local da medição do ponto 30: Zona de floresta (PNLN)	73
Figura 5.53.: Local da medição do ponto 31: Zona Litoral (PNLN).....	74
Figura 5.54.: Local da medição do ponto 32: Zonal Litoral (PNLN).....	74
Figura 5.55.: Local de medição do ponto 33: Zona de pinhal (PNLN).....	75
Figura 6.1.: Divisão da área do PNPG. De cima para baixo: a Roxo a serra da Peneda, a Verde a serra do Soajo, a negro a serra Amarela e a azul a serra do Gerês	78
Figura 6.2.: Divisão da área do PNPG. De cima para baixo: a Roxo a serra da Peneda, a Verde a serra do Soajo, a negro a serra Amarela e a azul a serra do Gerês	78
Figura 6.3.: Fotografia aérea e pontos de medição – Serra da Peneda (PNPG) (1.1052m)	79
Figura 6.4.: Fotografia aérea e pontos de medição – Serra do Soajo (PNPG) (1.575 m).....	81
Figura 6.5.: Fotografia aérea e pontos de medição – Serra Amarela (PNPG)	82
Figura 6.6.: Fotografia aérea e pontos de medição – Serra do Gerês (PNPG) (1.1000 m)	84
Figura 6.7.: Fotografia aérea do local e pontos de medição – Zona Norte (PNLN) (1.650 m).....	86
Figura 6.8.: Fotografia aérea e pontos de medição – Zona Sul (PNLN) (1.390 m)	88

Figura 6.9.: Valores de L_{nat} nos vários pontos. A linha a vermelho assinala o valor recomendado como limite de L_{nat} ($\approx L_{A63}$)	89
Figura 6.10.: Valores médios obtidos nas medições (por área)	92
Figura 6.11.: Valores médios de L_{Aeq} registados nas diversas áreas	94
Figura 6.12.: Valores médios de L_{A10} , L_{A50} e L_{A90} , obtidos nas medições (por zonas)	95
Figura 6.13.: $\Delta L_A (=L_{A10} - L_{A90})$, ou a degradação da paisagem sonora nas diferentes zonas	96
Figura 6.14.: Comparação dos valores de degradação das regiões fronteira do Parque (cores escuras à esquerda) com as zonas mais interiores (cores claras à direita).....	96
Figura 6.15.: Comparação entre os valores de L_{A10} , L_{A50} e L_{A90} com e sem o funcionamento da ronca de nevoeiro.....	98
Figura 6.16.: Comparação entre os valores de L_{Amax} , L_{Amin} e L_{Aeq} com e sem o funcionamento da ronca de nevoeiro.....	98
Figura 6.17.: $\Delta L_A (=L_{A10} - L_{A90})$, ou a degradação da paisagem sonora com e sem a influência da ronca de nevoeiro.....	99
Figura 6.18.: Comparação dos valores de ΔL_A (dB) nos parques portugueses e em 30 parques dos EUA	103
Figura 6.19.: Comparação dos valores de L_{Amin} (dB) nos parques portugueses e em 35 parques dos EUA	103
Figura 6.20.: Comparação dos valores de ruído de fundo (L_{A90} (dB)) nos parques portugueses e em 30 parques dos EUA	104
Figura 6.21.: Comparação dos valores de mediana (L_{A50} (dB)) nos parques portugueses e em 35 parques dos EUA	104
Figura 6.22.: Comparação dos valores de ruído de ponta (L_{A10} (dB)) nos parques portugueses e em 35 parques dos EUA	104
Figura 6.23.: Comparação dos valores de L_{Amax} (dB) nos parques portugueses e em 35 parques dos EUA	105
Figura 6.24.: Comparação dos valores de L_{Aeq} (dB) nos parques portugueses e em 33 parques dos EUA	105
Figura 6.25.: Valores dos vários parâmetros acústicos nas áreas em comparação: Parque da Cidade do Porto, PNPG e PNLN	106
Figura 7.1.: Exemplo de sinalização introduzida num parque nos Estados Unidos da América apelando ao silêncio.....	111
Figura 7.2.: Local recomendado para instalação de barreiras acústicas.....	113
Figura 7.3.: Local recomendado para instalação de barreiras acústicas.....	113
Figura 7.4.: Atos de vandalismo contra propriedade do parque (PNLN)	113

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1.: Lista completa dos parques nacionais estudados no trabalho de Lynch <i>et al.</i> , as suas abreviaturas e população num raio de 16,1 km (10 milhas) em 2009	10
Quadro 2.2.: Distância de caminhada necessária para atingir os valores limite em alguns trilhos do <i>Rocky Mountain National Park</i>	12
Quadro 2.3.: Tempo médio de caminhada necessário para atingir os valores limite em alguns trilhos do <i>Rocky Mountain National Park</i>	12
Quadro 2.4.: Percentagem de tempo de caminhada nos valores abaixo dos valores limite em alguns trilhos do <i>Rocky Mountain National Park</i>	13
Quadro 2.5.: Percentagem de visitantes que experienciou pelo menos 15 minutos abaixo dos valores limite em alguns trilhos do <i>Rocky Mountain National Park</i>	13
Quadro 2.6.: Detalhes do ensaio do caso prático realizado por Molina <i>et al</i> na região de Anceu, Espanha	15
Quadro 3.1.: Valores numéricos das ponderações do filtro A, na gama do audível para 1/3 de oitava e 1/1 de oitava	26
Quadro 4.1.: Parâmetros de análise usados em medições	33
Quadro 5.1.: Pontos de medição na Serra da Peneda (PNPG)	47
Quadro 5.2.: Pontos de medição na Serra do Soajo (PNPG)	52
Quadro 5.3.: Pontos de medição na Serra Amarela (PNPG)	54
Quadro 5.4.: Pontos de medição na Serra do Gerês (PNPG)	57
Quadro 5.5.: Pontos de medição na Zona Norte (PNPL)	64
Quadro 5.6.: Pontos de medição na Zona Sul (PNLN)	70
Quadro 6.1.: Plano das medições efetuadas entre 27/11/2012 e 08/12/2012	78
Quadro 6.2.: Descrição dos pontos e condições de medição na Serra da Peneda (PNPG)	79
Quadro 6.3.: Resultados obtidos nos pontos da Serra da Peneda (PNPG)	80
Quadro 6.4.: Descrição dos pontos e condições de medição na Serra do Soajo (PNPG)	81
Quadro 6.5.: Resultados obtidos nos pontos da Serra do Soajo (PNPG)	81
Quadro 6.6.: Descrição dos pontos e condições de medição na Serra Amarela (PNPG)	82
Quadro 6.7.: Resultados obtidos nos pontos da Serra Amarela	83
Quadro 6.8.: Descrição dos pontos e condições de medição na Serra do Gerês (PNPG)	83
Quadro 6.9.: Resultados obtidos nos pontos da Serra do Gerês (PNPG)	84
Quadro 6.10.: Descrição dos pontos e condições de medição na Zona Norte (PNLN)	85
Quadro 6.11.: Resultados obtidos nos pontos da Zona Norte (PNLN)	86
Quadro 6.12.: Descrição dos pontos e condições de medição na Zona Sul (PNLN)	87

Quadro 6.13.: Resultados obtidos nos pontos da Zona Sul (PNLN)	88
Quadro 6.14.: Valores de L_{nat} no PNPG. ($L_{nat} \approx L_{A50} \text{ s/PAX}$).....	90
Quadro 6.15.: Valores de L_{nat} no PNPL. ($L_{nat} \approx L_{A50} \text{ s/PAX}$)	91
Quadro 6.16.: Resultados médios obtidos nas diversas zonas de medição (médias aritméticas).....	93
Quadro 6.17.: Registo dos valores médios dos pontos influenciados pela ronca de nevoeiro	97
Quadro 6.18.: Valores médios das medições realizadas nos diferentes parques. (NM: <i>National Monument</i> ; NP: <i>National Park</i> ; NHS: <i>National Historical Site</i> ; NPR: <i>National Preserve</i> ; NS: <i>National Seashore</i> ; NB: <i>National Battlefield</i> ; NMP: <i>National Military Park</i> ; NME: <i>National Memorial</i> ; NHP: <i>National Historic Site</i> e NRA: <i>National Recreational Area</i>	99
Quadro 6.19.: Valores médios das medições realizadas no Parque da Cidade do Porto, no PNPG e no PNLN	106
Quadro 7.1.: Principais Fontes de Ruído no PNPG	110
Quadro 7.2.: Principais Fontes de Ruído no PNPG	112

SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

a.C. – antes de Cristo

ATMP – *Air Tour Management Planning*

AVAC – Sistema de Aquecimento, ventilação e ar condicionado

dB - decibel

dB(A) - valor global da energia acústica do ruído filtrado por uma curva de ponderação tipo A

B - largura de banda

B&K - Brüel & Kjaer

c – celeridade [m/s]

CE - Comissão Europeia

DPM – Domínio Público Marítimo

D.L. - Decreto-Lei

EPA - *Environmental Protection Agency*

EN - estrada nacional

EUA – Estados Unidos da América

f - frequência [Hz]

F – constante de tempo *fast*

f_0 - frequência central [Hz]

f_1 - limite inferior de banda de frequência [Hz]

f_2 - limite superior de banda de frequência [Hz]

FEUP – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

h - hora

GPS – *Global Positioning System*

Hz – hertz

I – intensidade sonora [W/m^2]

I – constante de tempo *impulsive*

I_0 - valor de referência de intensidade sonora [10^{-12} W/m^2]

IC – Itinerário Complementar

IPQ – Instituto Português da Qualidade

ISO – Organização Internacional de Normalização

L_i – nível de pressão sonora excedido em $i\%$ do tempo (de medição) [dB]

L_{Ai} – nível sonoro excedido em $i\%$ do tempo (de medição, ponderado A) [dB]

L_{Aeq} – nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A [dB]

L_{Amin} - nível sonoro mínimo, ponderado A [dB]

L_{Amax} – nível sonoro máximo, ponderado A [dB]

L_{nat} – nível sonoro do ambiente natural ($\approx L_{A50}$ s/ PAX)

L_{eq} – nível de pressão sonora contínuo equivalente [dB]

L_I - nível de intensidade sonora [dB]

L_N – nível de pressão sonora excedida em $N\%$ do tempo de medição [dB]

L_p – nível de pressão sonora [dB]

L_{peak} – nível de pressão sonora de pico [dB]

L_W - nível de potência sonora [dB]

m – metro

mm - milímetro

N - norte

NP – norma portuguesa

NP EN - norma portuguesa resultante da adopção de uma norma europeia

NPS – *National Park Service*

W – potência sonora [W]

p – pressão sonora [Pa]

p_0 – pressão sonora de referência [2×10^{-5} Pa]

Pa – pascal

PAX - pessoas

PNLN – Parque Natural do Litoral Norte

PNPG – Parque Nacional da Peneda e Gerês

O - oeste

OMS – Organização Mundial de Saúde

RMS – pressão eficaz

s - segundo

S – constante de tempo *slow*

SEL – nível de exposição sonora [dB]

SIG – Sistema de Informação Geográfica

t – tempo [s]

T – temperatura em graus kelvin [K] ou graus celsius [°C]

T - período [s]

W – watt

W_0 - valor de referência de potência sonora [10^{-12} W]

λ - comprimento de onda [m]

ΔL_A – variação do nível sonoro, ponderado A [dB]

ρ – massa volúmica [kg/m^3]

1

INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO E OBJETIVOS

O ruído é, hoje em dia, um problema bem real. Com o crescimento da civilização moderna e com as implicações que acarreta, torna-se praticamente impossível a presença prolongada em qualquer espaço do globo sem que se esteja exposto a ruídos antropogénicos causados por carros, aviões, barcos, etc. (poluição sonora) [1]. Estando comprovado, cientificamente, os danos que esta exposição acarreta, torna-se necessário um combate mais eficaz ao ruído, pelo planeamento, por medidas de controlo e pela consciencialização das populações [2]. Esta consciencialização por parte da população geral leva a uma crescente procura de áreas naturais reconhecidas pelo seu “silêncio”. Desde sempre que os espaços naturais e/ou selvagens foram conotados com o “silêncio”. No entanto, esta ideia não podia estar mais errada: apenas por uma questão de perceção, de um pré-condicionamento, quando um indivíduo se desloca a um espaço natural, acaba por não dar importância ao sons da natureza como o efeito do vento nas folhas ou o som de água a correr, por serem sons já esperados pelo nosso cérebro [3].

Assim, na gestão destas áreas torna-se fulcral saber que tipos e quantidade de sons existentes no local se tornam prejudiciais para os utilizadores e para a vida selvagem existente. Os efeitos do ruído para os utilizadores dos parques incluem uma má perceção da natureza, ausência do sentimento de isolamento, causando desconforto e situações de stress. No caso da fauna, a situação pode ser mais grave e irreversível. De facto, encontram-se estudados e documentados impactos ao nível da interação predador-presa, do processo de cortejamento e acasalamento e mesmo a nível fisiológico (aumento de ritmos cardíacos, aumento do nível do canto das aves, etc.). [4]

No entanto, medidas que permitam evitar ou controlar o ruído nestas áreas, tendem a ser controversas dado que em primeiro lugar, para o público geral, a poluição sonora ainda não é encarada como problemática (pelo menos tão problemática quando comparada com a poluição de recursos como a água ou solo) [5]. Por isso, os benefícios provocados pela ausência de ruído antropogénico são difíceis de quantificar, pelo que são escassas as políticas no sentido de o combater, e as existentes pouco divulgadas, não chegando à população em geral [7]. Ainda outra questão que tende a ser problemática na implementação de políticas protetoras do som natural é o facto de estas políticas redutoras interferirem na atividade de pessoas (muitas vezes população local ou muito próxima) quer seja recreativa ou comercial, que acabam por criar alguma resistência, tornando-as assim de difícil aceitação tendo-se registado inclusive alguns casos de violência [6]. Um facto importante, que importa realçar, é que, aquando do desenvolvimento de nova legislação, raramente é tida em linha de conta, ou

é menosprezado, o impacto do ruído na vida selvagem, concentrando-se apenas no impacto sobre o Homem [7].

Este trabalho tem como objetivo a caracterização e análise dos níveis sonoros encontrados em algumas áreas naturais portuguesas e avaliar se a paisagem sonora dos locais estudados está próxima da paisagem sonora a ser mantida, protegendo os utilizadores do parque e a vida selvagem que aí reside ou se a influência do Homem já se faz sentir nestas áreas tidas como escape da urbanização. Esta informação será obtida através de dados gerais da área (interesse do ponto de medição, a sua localização, fotografias, etc.), da presença e identificação de sons na área, registados presencialmente por um observador (a sua origem e duração) e pelos parâmetros de nível sonoro L_{Aeq} , L_{Amin} , L_{Amax} , L_{A10} , L_{A50} , L_{A90} .

Pretende-se que, com os dados obtidos seja possível uma comparação com estudos feitos noutros países e perceber que medidas tomadas nesses países podem ser aplicadas ao caso português para melhorar a paisagem sonora destes locais.

Serão comparados também os dados obtidos com os resultados de um trabalho anterior similar, referente aos principais jardins e parques públicos da cidade do Porto [8] para tentar perceber quais as diferenças entre os dois tipos de local e se compensa a fuga para as áreas naturais, ou se, por outro lado, os parques urbanos cumprem satisfatoriamente o papel de fuga ao ruído antropogénico.

Este trabalho tem como objetivo global a chamada de atenção para a qualidade acústica das áreas naturais portuguesas, uma área de estudo que tem sido esquecida não só no nosso país mas em praticamente todo o mundo quer seja por servir menos gente no dia-a-dia quando comparadas com os centros urbanos, quer seja porque se tomam como garantidos e eternos. No entanto, com o crescer da civilização, da urbanização e industrialização esses ambientes, ditos naturais, e a pura paisagem sonora natural começam a ser ameaçados e, se nada for feito, podem mesmo correr o risco irreversível de desaparecer.

1.2. ESTRUTURA DA TESE

De forma a facilitar o entendimento e perceção deste trabalho, segue-se uma descrição sumária dos vários capítulos que o constituem.

No capítulo 2, “Estado da Arte”, é feita uma análise à bibliografia que esteve na base deste trabalho. Neste capítulo são documentados alguns trabalhos relevantes na área para uma melhor perceção do que foi realizado ao longo do tempo sobre medições acústicas em áreas naturais.

No capítulo 3, “Fundamentos e conceitos teóricos”, abordam-se os princípios físicos básicos da acústica. Além da referência aos princípios básicos da Acústica enquanto ciência, são abordados os parâmetros que posteriormente serão medidos bem como os fatores exteriores que afetam esses parâmetros. São ainda abordados os efeitos nefastos do ruído para o ser humano.

No capítulo 4, “Métodos e equipamentos”, são descritas as normas e procedimentos adotados na execução deste trabalho bem como os parâmetros de análise aplicáveis. Nele são também abordados, pormenorizadamente, todos os equipamentos e instrumentos utilizados para a realização das medições no terreno. É por fim descrita a metodologia utilizada nesse trabalho de campo.

No capítulo 5, “Locais”, é feita a descrição histórica, social e geográfica do Parque Nacional da Peneda e Gerês e Parque Natural do Litoral Norte, locais selecionados como casos de estudo,

analisando as suas particularidades e a sua importância no panorama nacional. São também abordados os pontos escolhidos como representativos para medição, nos dois parques.

No capítulo 6, “Resultados”, é feita a apresentação, discussão, análise e comparação dos resultados obtidas pelas medições acústicas realizadas, fornecendo informações sobre a qualidade da paisagem sonora nestes locais. Neste capítulo realizam-se comparações com valores obtidos em trabalhos similares nos Estados Unidos da América e, na ausência de registo de trabalhos na área realizados em Portugal, faz-se a comparação com os resultados de medições realizadas em jardins e parques públicos na cidade do Porto.

No capítulo 7, “sugestões para melhorar a paisagem sonora dos casos de estudo”, são referidas e analisadas possíveis soluções para melhorar a paisagem sonora dos parques analisados através de possíveis intervenções ou ações.

No capítulo 8, “Conclusões e desenvolvimentos futuros” são levados em linha de conta todos os resultados obtidos e propostos alguns possíveis desenvolvimentos para aprofundamento do tema abordado.

2

ESTADO DA ARTE

2.1. INTRODUÇÃO

A poluição sonora é um problema real na sociedade atual. Nos últimos tempos tem havido uma crescente preocupação com o ruído, havendo já a consciência dos efeitos prejudiciais que tem na saúde humana. Assim, cresce também a procura por ambientes que permitam um isolamento e um recolhimento dos ruídos antropogénicos, encontrando na natureza uma regeneração quase que espiritual [9]. Mas com esse aumento de procura surgem também problemas de ruído dado que, cada som feito por uma pessoa, degrada e mascara o verdadeiro som natural do local [4]. É, neste contexto, que surge a necessidade de uma paisagem acústica sem influência de ruído, pela sua importância no bem-estar dos utentes e no seu real aproveitamento e perceção do espaço.

Sendo os parques naturais um dos últimos redutos onde os ruídos provocados pelo Homem não deveriam chegar, torna-se vital a sua monitorização e proteção porque a paisagem sonora de muitos destes locais se encontra já degradada, enquanto outros estão em vias de o ser. Retirando uma fonte de ruído do local, as melhorias são imediatas e sentidas, no entanto, no ecossistema esta regeneração pode apenas ocorrer a longo prazo [4] [7].

Nos últimos anos, tem-se assistido a um tímido aumento no número de estudos em Parques Naturais (embora, infelizmente, ainda não em Portugal). No entanto, as diversas características dos variados parques conjugadas com um sem número de variáveis em jogo tornam esta área particularmente complexa recorrendo-se muitas vezes a modelos teóricos [10]. No entanto, esta preocupação recente não se traduziu, ainda, numa normalização da medição da paisagem sonora, embora esteja previsto que tal aconteça em 2015 através da norma ISO 12913-1 [11] [12] [13].

Levantam-se então várias questões: Qual a interferência real dos ruídos antropogénicos na paisagem sonora dos espaços naturais? E destes, que fontes sonoras são mais incomodativas? Serão essas, no entanto, as mais intensas e como tal mais prejudiciais? Poderão esses ruídos ser mascarados por outros sons, como os rios? Pode-se ainda confiar nos parques naturais como lugar de escape ao ruído a que a sociedade atual nos obriga?

Este trabalho tenta abordar a estas questões, fazendo um retrato da paisagem acústica em áreas naturais portuguesas e comparando-as com a realidade internacional.

A seguinte bibliografia, servirá como ponto de partida para o projeto averiguando o conhecimento geral atual da situação.

2.2. ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA

Embora só na década de 70 do século XX a Acústica tenha sido explicitamente referida na legislação dos Estados Unidos da América, já existiam implícitas nas leis que orientavam o *National Park Service* (NPS) referências ao ambiente acústico [14]. No *NPS Organic Act* de 1916 [15] (uma das directivas estatutárias mais importantes para o NPS, juntamente com o *NPS General Authorities Act* [16]) é referido que o NPS deve promover e regular o uso de áreas federais (parques, monumentos e reservas) de forma a que fruição desses espaços não coloque em causa a utilização futura dos mesmos, protegendo-os e evitando a sua degradação [16].

Posteriormente no *Wilderness Act* de 1964 [17] é estabelecida a proteção de qualidades estritamente relacionadas com o ambiente acústico. Segundo o mesmo, um local selvagem deve ser:

- Um local, com toda a biodiversidade que nele habite, intocado pela atividade antropogénica onde os humanos são apenas visitantes e não residentes;
- Um local não desenvolvido e que conserve as suas características primordiais sem influência humana;
- Um local protegido e gerido para preservar as suas condições naturais;
- Um local que ofereça condições para momentos de isolamento, solidão e atividades recreativas [17].

Estudos mostram que um dos principais fatores que afetam a percepção da vida selvagem é o som, quer pela ausência de ruído antropogénico que pela existência de sons “expectáveis” na natureza, como rios ou vento nas folhas. Segundo estudo de Hall, 42% dos inquiridos identificaram estes elementos como preponderantes para uma sensação de “isolamento” [18].

Em 1972, o *Noise Control Act* [19] estabelece uma política nacional que promove um ambiente livre de ruídos prejudiciais ao bem estar e à saúde. Ao abrigo desta lei são, finalmente, implementadas medidas para o controlo de ruído, estabelecidas normas de emissões acústicas para os produtos distribuídos comercialmente e são fornecidos ao público dados respeitantes às emissões e características acústicas desses mesmos produtos [19]. O *Grand Canyon Enlargement Act*, de 1975 foi um marco importante que estabeleceu os sons naturais como um recurso importante dos parques nacionais, que estaria, efetivamente, a ser colocado em causa devido ao tráfego aéreo causando efeitos adversos nos visitantes tanto ao nível da percepção e usufruto do espaço natural como na sua saúde e que deveria ser protegido [14]. No entanto, a pressão de alguns *lobbies* levou a que muito pouco tenha sido, de facto, realizado [12].

Em 1981, a *Environmental Protection Agency* (EPA), que até então coordenava todo o controlo de ruído federal através do *Office of Noise Abatement and Control*, passou a pasta às autoridades Estaduais ou governo local [5].

As questões do tráfego aéreo em zonas protegidas voltaram a ser levantadas em 1986, quando uma colisão entre duas aeronaves levou à aprovação do *National Parks Overflights Act* [20] em 1987 que ordenou um estudo exaustivo dos efeitos que os voos tinham nos parques. Como resultado foi reafirmada a importância do som natural como um recurso a ser protegido, encarregando o NPS dessa tarefa e de proceder às recomendações necessárias para uma “substancial restauração do silêncio natural e experiência do parque e proteção da saúde e segurança pública dos efeitos adversos provocados por voos de aeronaves” [20].

Fruto destes estudos, o congresso reconheceu que não só a paisagem sonora do parque de *Grand Canyon* estava a ser afetada, mas que a de muitos outros parques também, levando à aprovação, em

2000, do *National Parks Air Tour Management Act* [21]. Esta lei regula os voos turísticos sobre os parques através de planos de gestão, *Air Tour Management Planing* (ATMPs) [5]. O objectivo dos ATMPs é desenvolver medidas aceitáveis e eficazes no combate ou prevenção do ruído do tráfego aéreo nas áreas protegidas que podem passar pela revogação de licenças de voo turístico a empresas cujos voos estejam a causar problemas de ruído, estipulação de horários de voo ou promover a adoção de equipamentos menos ruidosos. [5]

Fundado em 1872, o *National Park Service* (NPS) é o responsável pela gestão de todos os parques nacionais nos Estados Unidos da América. Em 2000 é criado o primeiro ramo deste serviço destinado ao ambiente quando o *NPS Overflights Branch* é fundado, com o intuito de desenvolver ATMP's em mais de cem parques. Em 2002 este ramo passa para a tutela do *Natural Resources Stewardship and Science directorate* sob o nome de *Natural Sounds Program* que passou a realizar, com o contributo de cientistas, planeadores e gestores dos programas de assistência dos parques, monitorização acústica e recolha e análise de dados. Entretanto, em 1999, cresce o interesse nos céus estrelados e a consciência de poluição luminosa que conduz à criação do programa *NPS Night Skies*. Em 2011 dá-se a junção dos dois programas, dando origem ao *Natural Sounds & Night Skies Division* que tem tido ações pioneiras na medição de luz e som em áreas remotas (figura 2.1) [22].

Com o objetivo de proteger não só os sons naturais mas também os sons culturais (há locais onde a acção do homem foi preponderante para que o local fosse elevado a parque nacional e, como tal, a presença destes sons artificiais, que fizeram parte desse evento, ajuda à interpretação por parte do visitantes, como o som de um prego de ferro a ser colocado num carril em *Golden Spike National Historic Site*, onde pela primeira vez o país ficou unido pelos caminhos de ferro) foi adicionado ao guia do utilizador do NPS [23] um capítulo que realça a importância do ambiente acústico para o usufruto do visitante. Este guia do utilizador declara também que a recreação, incluindo a recreação monitorizada, não pode interferir com a oportunidade de ouvir os sons da natureza nas áreas do NPS ou com as palestras interpretativas.

Em 2000, a *Director's Order 47* [24] especifica como os parques devem monitorizar e proteger as suas paisagens sonoras. [22]



Figura 2.1. – Investigadoras do *Natural Sounds & Night Skies Division* numa campanha de sensibilização no *Muir Woods National Monument*, California, EUA [22]

É no seguimento destas políticas que surgiu em 2007 um estudo [25] piloto em *Muir Woods*, mais concretamente em *Cathedral Grove*, onde sinalização declarava a área como “zona silenciosa” (Figura 2.2.) ou “dias silenciosos” procedendo-se depois a um questionário entregue aos visitantes de forma a avaliar as respostas a esta situação e a aceitação da iniciativa. Medições acústicas no local comprovariam a eficácia desta solução. Os resultados dos inquéritos foram reveladores: Apenas 2% dos inquiridos se opôs à existência da zona silenciosa e 4,7% ao dia silencioso. Acima de 90% dos inquiridos reconheceu ter alterado o seu comportamento face aos sinais e os resultados desse comportamento é visível nos resultados, onde se conseguiu uma redução de quase 3 dB(A) na zona silenciosa e cerca de 2 dB(A) na iniciativa Dia Silencioso (figura 2.3.)



Figura 2.2. – Sinal declarando *Cathedral Grove*, no *Muir Woods National Monument* como área silenciosa [26]

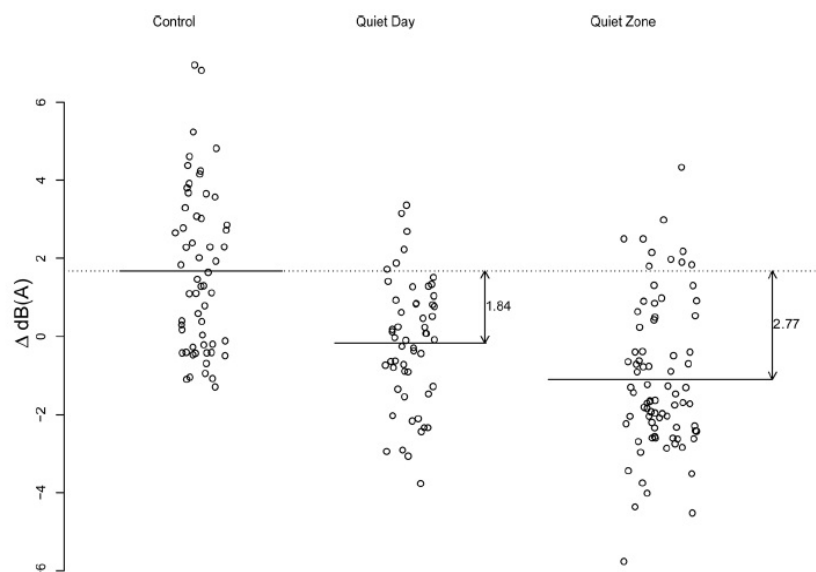


Figura 2.3. Resultados das iniciativas de redução de ruído por parte dos visitantes no *Muir Woods National Monument*. Cada círculo representa uma hora de medição e a média das medições é representada pela reta. As setas indicam o desvio para com a situação de controlo [25]

Em 2010, uma equipa de investigadores da *Natural Sounds & Night Skies Division*, liderados por Emma Lynch, realizaram um estudo sobre a audibilidade do ruído e nível sonoro nos Parques Nacionais [4]. Ao todo foram analisados quarenta e três parques utilizando sonómetros, colocados à altura média do ouvido de um ser humano, e gravação de sons ao longo de trinta dias consecutivos. Nesses quarenta e dois parques (quadro 2.1.) foram analisados trezentos e noventa e três locais, dependendo o número de locais medidos em cada parque da área ocupada bem como do tipo de zonas distintas do parque (zonas similares em vegetação, topografia, elevação e clima, possuem características acústicas similares). A escolha dos locais evitou ainda situações consideradas problemáticas como estradas muito percorridas, por segurança, ou rios e quedas de água por se considerar que o som permanente mascararia o ruído. A análise da audibilidade tinha por objetivo perceber com que frequência eram perceptíveis ruídos antropogénicos, de forma a determinar como seria o ambiente acústico sem a sua interferência. A este ambiente acústico dá-se o nome de “Ambiente Natural”, L_{nat} , tendo sido realizado através da análise do espectro de frequências e da audição de amostras das gravações.

Enquanto que o parâmetro L_{A50} representa a mediana do nível sonoro, que inclui todas as fontes de ruído (tanto antropogénicas e naturais), o parâmetro L_{nat} é uma estimativa do valor que teria a mediana na ausência de ruído antropogénico. Para o seu cálculo, o método do NPS não remove apenas todos os intervalos em que o ruído é audível. Uma vez que existem situações, como em locais ventosos, em que os períodos mais calmos são também os únicos períodos em que são audíveis eventos sonoros. Este método poderia levar a situações inusitadas em que considerar o ruído antropogénico iria baixar o nível mediano (L_{nat} a exceder L_{A50}). O método adotado estima L_{nat} removendo a percentagem p dos ruídos mais elevados, com p correspondente à percentagem de tempo em que o ruído antropogénico é escutado, calculando depois a mediana com os restantes valores de nível de pressão sonora medidos. O cálculo identifica assim o parâmetro estatístico, L_N que corresponderia ao valor de L_{A50} na ausência de ruído antropogénico. Este método de cálculo apresentou, ainda assim, algumas falhas como em situações onde eventos naturais de grande intensidade sonora são numerosos, como trovoadas. No entanto, a recolha de informação ao longo de trinta dias em contínuo acaba por contornar esse facto.

Os resultados obtidos, indicam características acústicas muito semelhantes para quase todos os parques, com um período menos ruidoso entre as 00:00 e as 06:00h e com um aumento no ruído entre as 07:00 e as 22:00h.

O Parque Nacional de *Yosemite, California*, apresentava um dos piores registos, em virtude da sua localização geográfica (na proximidade de duas rotas de tráfego aéreo (figura 2.4.) e pela existência no seu interior de uma grande área de apoio a turistas chamada *Yosemite Village*. Esta área é uma fonte de ruído quer durante o período de funcionamento (diurno) quer no período nocturno, graças aos equipamentos elétricos e de refrigeração (como o ar condicionado). Os valores médios de L_{A90} e L_{A50} de todos os parques foram de 22 e 25 dB. O estudo indicou ainda que, embora parte do ruído fosse provocado por fontes exteriores aos parques, o comportamento dos visitantes bem como o seu modo de deslocação eram factores de extrema importância na degradação das paisagens acústicas apresentando algumas sugestões para melhorar a paisagem sonora havendo o registo de ruídos antropogénicos em quase todos os locais de medição (figura 2.5.) [4].

Park code	Park name	Population
DRTO	Dry Tortugas National Park	374
SAND	Sand Creek Massacre National Historic Park	3,022
GRBA	Great Basin National Park	3,078
ORPI	Organ Pipe Cactus National Monument	3,296
BRCA	Bryce Canyon National Park	3,861
CIRO	City of Rocks National Reserve	4,040
DENA	Denali National Park & Preserve	7,523
KEFJ	Kenai Fjords National Park	8,272
GRSA	Great Sand Dunes National Park & Preserve	8,437
ELMO	El Morro National Monument	9,059
NOCA	North Cascades National Park Complex	10,710
BADL	Badlands National Park	11,600
DEPO	Devils Postpile National Monument	11,835
PEFO	Petrified Forest National Park	17,404
MORU	Mount Rushmore National Memorial	19,995
SEKI	Sequoia and Kings Canyon National Park	24,051
YOSE	Yosemite National Park	24,779
ELMA	El Malpais National Monument	25,438
MORA	Mount Rainier National Park	25,558
DEVA	Death Valley National Park	26,514
GLCA	Glen Canyon National Recreation Area	26,612
GRCA	Grand Canyon National Park	27,200
CAHA	Cape Hatteras National Seashore	29,542
ROMO	Rocky Mountain National Park	31,614
LAMR	Lake Meredith National Recreation Area	35,078
HALE	Haleakala National Park	37,721
CALO	Cape Lookout National Seashore	42,107
ZION	Zion National Park	42,201
ACAD	Acadia National Park	42,883
HAVO	Hawai'i Volcanoes National Park	48,213
MOJA	Mojave National Preserve	54,337
OLYM	Olympic National Park	86,161
PORE	Point Reyes National Seashore	150,309
MONO	Monocacy National Battlefield	219,373
BITH	Big Thicket National Preserve	295,806
GRSM	Great Smoky Mountains National Park	311,960
MUWO	Muir Woods National Monument	403,547
LAKE	Lake Mead National Recreation Area	710,556
EVER	Everglades National Park	859,237
SAAN	San Antonio Missions National Historic Park	954, 350
MIMA	Minute Man National Historic Park	1,160,446
GOGA	Golden Gate National Recreation Area	2,487,768

Quadro 2.1. – Lista completa dos parques nacionais estudados no trabalho de Lynch *et al.*, as suas abreviaturas e população num raio de 16,1 km (10 milhas), em 2009 [4]

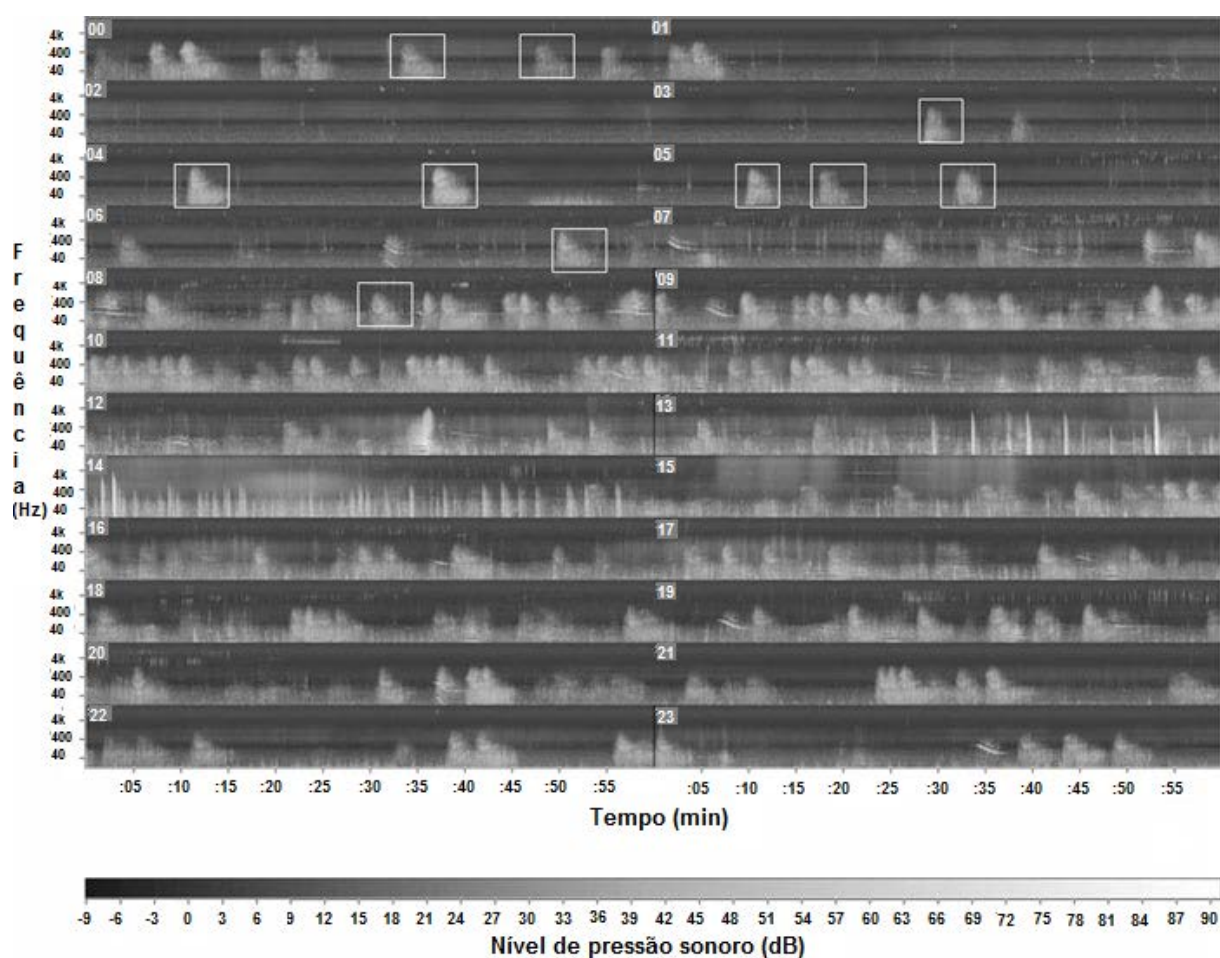


Figura 2.4. – Exemplo de um espectrograma referente a 24 horas obtido no estudo de Lynch *et al.* As áreas escuras representam momentos silenciosos e as claras momentos ruidosos. Os eventos evidenciados por caixas são apenas alguns dos voos detetados no período de medições [adaptado de 4]

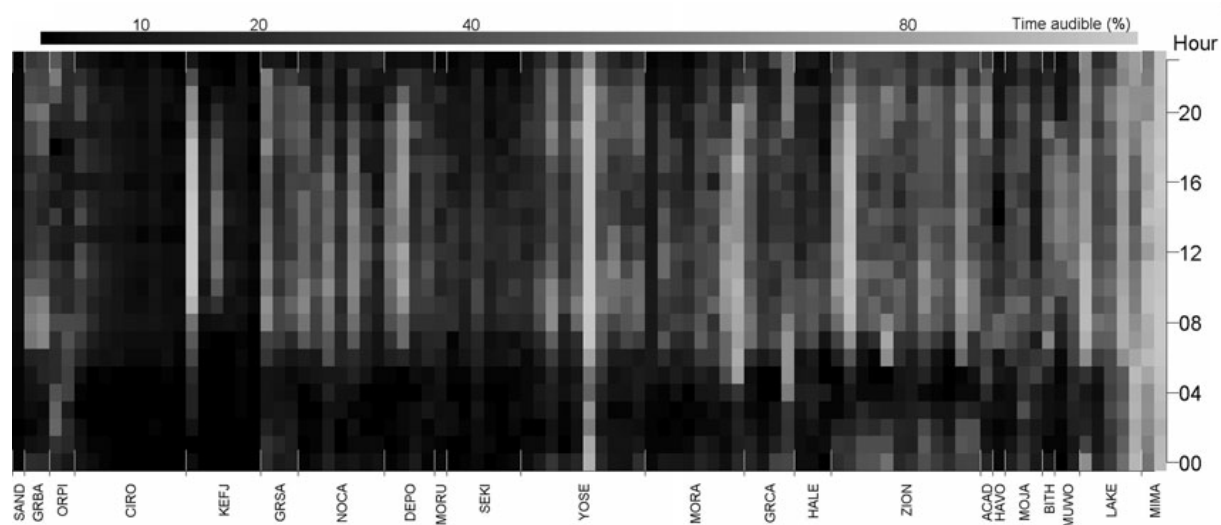


Figura 2.5. – Percentagem de tempo em que ruído antropogénico foi escutado em alguns dos parques nacionais dos EUA estudados no trabalho de Lynch *et al.* [4]

Um estudo de Park *et al.* [27] utilizou os visitantes do *Rocky Mountain National Park, Colorado*, para a realização de medições de exposição de visitantes ao ruído provocado pelo transporte durante o Verão de 2008. O objetivo do trabalho era encontrar método de obter uma ferramenta de monitorização de indicadores de qualidade acústica que pudesse ser aplicada noutros parques. Foram escolhidos oito pontos de medição cujos ambientes sonoros fossem representativos daqueles encontrados pelos visitantes num dia típico e fornecido a visitantes aleatórios, um equipamento GPS. Um *software* de modelação estimará a propagação do ruído das estradas para a localização dos recetores. Um dos parâmetros a avaliar será o *human-caused noise free interval duration*, ou seja o intervalo de tempo em que o ruído de sons antropogénico não é audível. É desejado que pelo menos 90% dos visitantes experiencie, pelo menos quinze minutos sem exposição a ruído antropogénico.

Os dados de GPS foram importados para um sistema de informação geográfico e ferramentas de estatística espacial desse sistema foram usadas para perceber a quantidade de tempo e a distância que os visitantes do parque tinham de percorrer para experimentar para condições sonoras alternativas, bem como a quantidade de visitantes que experienciou pelo menos quinze minutos de tempo livre de ruído. Na ausência de um valor limite definido como “aceitável” para o impacto nos utentes do ruído originado numa estrada, foram convencionados alguns limites como 25 dB(A), o nível sonoro do ambiente natural noturno medido no estudo, 30 e 35 dB(A), valores diurnos do nível sonoro do ambiente natural e 65 dB(A), o nível a que o ruído interfere com a conversação.

Os valores dos quadros 2.2 e 2.3. mostram que nos quatro trilhos, os visitantes tiveram de percorrer mais de um quilómetro ou durante mais de meia hora para atingir valores de ruído inferiores a 25 dB(A) e em dois dos trilhos estudados, ao fim de um quilómetro os visitantes ainda estão expostos a níveis sonoros de 35 dB(A).

Quadro 2.2. - Distância de caminhada necessária para atingir os valores limite em alguns trilhos do *Rocky Mountain National Park* [27]

Trilho	Distância (m)			
	25 dB(A)	30 dB(A)	35 dB(A)	65 dB(A)
<i>Bear Lake</i>	1093	206	155	0
<i>Bierstadt Lake</i>	1934	1586	1542	23
<i>Glacier Gorge</i>	2097	1682	1210	0
<i>Storm Pass</i>	1907	1376	973	0

Quadro 2.3. - Tempo médio de caminhada necessário para atingir os valores limite em alguns trilhos do *Rocky Mountain National Park* [27]

Trilho	Tempo de viagem (minuto)			
	25 dB(A)	30 dB(A)	35 dB(A)	65 dB(A)
<i>Bear Lake</i>	33	6	5	0
<i>Bierstadt Lake</i>	59	48	47	1
<i>Glacier Gorge</i>	64	51	37	0
<i>Storm Pass</i>	58	42	30	0

Uma análise aos quadros 2.4. e 2.5. considerando o limite de 30 dB(A) revela que, em média, os visitantes passaram a maioria do tempo (64%) na ausência de ruído. No entanto, nos trilhos de *Storm Pass* e *Bierstadt Lake* essa percentagem foi manifestamente inferior. Considerando o valor limite de

35 dB(A), os resultados sugeriram que cerca de metade dos visitantes (49,6%) usufruiu de pelo menos quinze minutos sem exposição a ruídos de origem humana.

Quadro 2.4. – Percentagem de tempo de caminhada nos valores abaixo dos valores limite em alguns trilhos do *Rocky Mountain National Park* [27]

Trilho	Valor limite/ % de tempo de caminhada			
	25 dB(A)	30 dB(A)	35 dB(A)	65 dB(A)
<i>Bear Lake</i>	55	69	79	100
<i>Bierstadt Lake</i>	12	40	44	100
<i>Glacier Gorge</i>	60	63	74	100
<i>Storm Pass</i>	1	20	40	100

Quadro 2.5. - Percentagem de visitantes que experienciou pelo menos 15 minutos abaixo dos valores limite em alguns trilhos do *Rocky Mountain National Park* [28]

Trilho	Valor limite/ % visitantes			
	25 dB(A)	30 dB(A)	35 dB(A)	65 dB(A)
<i>Bear Lake</i>	26	33	50	84
<i>Bierstadt Lake</i>	5	49	51	81
<i>Glacier Gorge</i>	45	56	59	86
<i>Storm Pass</i>	0	33	33	33

2.3. EUROPA E OUTROS PAÍSES

Relativamente à Europa foi encontrada muito pouca informação e trabalhos neste campo, não havendo uma legislação específica para áreas naturais. A legislação geralmente adotada é a Diretiva 2002/49/CE [29], transposta para a legislação portuguesa no Decreto-Lei 146/2006 de 31 de Julho [30], uma legislação muito geral aplicável ao ruído ambiente a que os seres humanos se encontram expostos, em especial em áreas construídas, parques públicos ou noutras zonas tranquilas de uma aglomeração, em zonas tranquilas em campo aberto, nas imediações de escolas, hospitais e outros edifícios e zonas sensíveis ao ruído.

Em Espanha foi realizado um estudo com o intuito de estudar a paisagem sonora do Parque Natural de Urkiola, Biscaia, conduzido por Aspuru *et al.* [31]. O facto do parque em questão contar com áreas muito sossegadas mas também ser muito visitado (e naturalmente, as áreas mais visitadas, acabam por se tornar nas mais ruidosas), tendo como grande cartão de visita a sua paisagem que, de um ponto de vista sensorial, deve fazer-se acompanhar de uma paisagem sonora correspondente e de existir um plano de uma revisão ao plano de uso e gestão do parque, tornou este local um local apetecível para o estudo, para que se possam tomar ações que permitam um melhor usufruto do espaço, permitindo também proteger a biodiversidade através de zonas sem ruído. Foram medidos vinte e um pontos, cuja localização foi sugerida pelos guardas florestais pela sua importância. Utilizando a metodologia imposta pela Directiva 2002/49/CE e usando uma análise simplificada (apenas considerando a distância como fator de atenuação sonora) foi possível verificar que o ruído causado no exterior do parque não provocava aumentos significativos nos níveis de poluição sonora, no interior do parque. As medições do parque foram efetuadas durante um período de tempo considerado representativo para cada local, tendo o cuidado de registar o tipo, intensidade e duração dos vários sons detetados. Os

parâmetros medidos foram o L_{Aeq} , L_{Amin} , L_{Amax} , L_{A10} , L_{A50} , L_{A90} , o espectro de frequências e a evolução temporal dos níveis sonoros, para o tempo de referência de um minuto. Todos estes dados foram depois compilados e incorporados num sistema de informação geográfica (SIG) (figura 2.6.) [31].

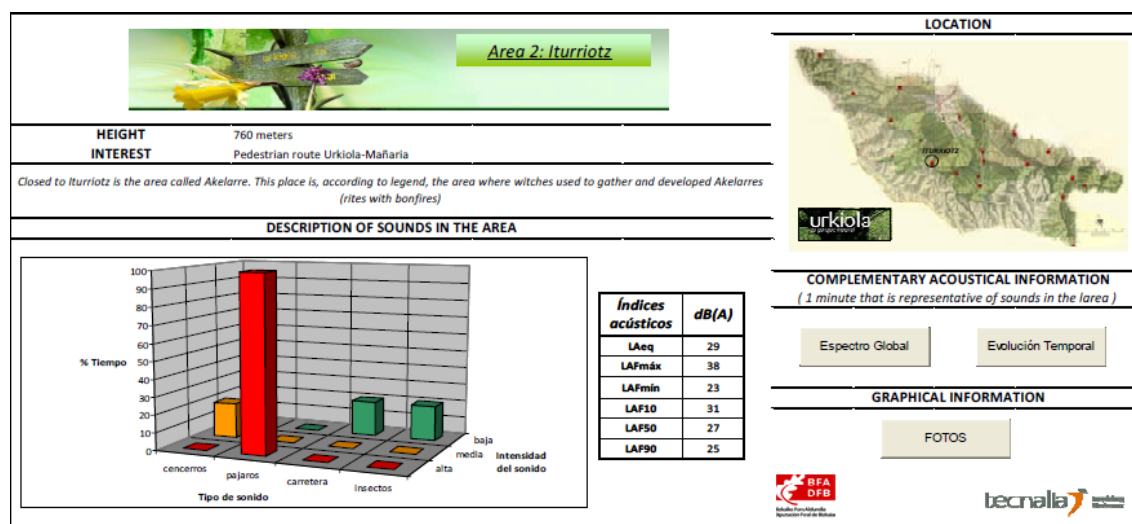


Figura 2.6. – Aspeto geral da informação disponibilizada pelo estudo de Aspuru *et al.* no Parque Natural de Urkiola, Espanha, para cada local [31]

Introduzido num trabalho ainda por publicar [32], que terá como objetivo a caracterização da paisagem sonora da região galega de Anceu (zona de Pontevedra), o estudo de Molina *et al.* [33] utiliza a definição de paisagem sonora natural na criação de limites de ruído nas áreas naturais. Assim, para cada medição, realizada em contínuo são medidos os seguintes parâmetros: Nível sonoro ambiental existente; Percentagem de ruídos antropogénicos audíveis; Posteriormente foi calculado o nível sonoro do ambiente natural (L_{nat}). Durante as medições, um observador irá identificar o tipo de fontes sonoras. Utilizando o método recomendado pelo NPS para o cálculo de L_{nat} , e a definição de *noise free interval* [28] (o intervalo de tempo onde apenas se registaram sons naturais ou silêncio), espera-se que os parques naturais tenham, em pelo menos, 50% da sua área, um tempo de exposição a ruídos inferior a 75%. O estudo foi aplicado a um caso prático (quadro 2.6.) durante o período noturno, com a duração de medição de 93 minutos, em contínuo.

Os resultados, apresentados na figura 2.7., mostram que apesar dos valores medidos naquele ponto serem, na sua generalidade, baixos está quase repartido de igual forma o intervalo de tempo sem ruído antropogénico e com ruído antropogénico [33].

Quadro 2.6. – Detalhes do ensaio do caso prático realizado por Molina *et al.* na região de Anceu, Espanha [33]

Ponto	Coordenada		Número de veículos			Aviões
			Ligeiros	Pesados	Motos	
Anceu	543806.07	4689621.16	9	0	1	4

Nombre	Duración	Laeq	LAFmáx	LAFmín	LA10	LA50	LA90	% Ruido Antropogénico	X (%)	Lnat
Ruido existente	1:33:35	37	62,4	20,8	39,3	29,1	25			
Paso Avión	0:09:14	42,5	59,3	23,2	47,2	37,6	31,2			
Paso Vehiculos	0:05:43	35,6	56,6	22,2	38,8	30,9	26,3			
Gente	0:29:50	37,1	62,4	21,2	39,6	29,6	26			
Ruido Antropogénico	0:44:47	36,8	59,3	21,2	39	29,9	26,1	48,4	74,2	28,9
Perros	0:08:59	43,9	62,4	21,4	47,7	40,7	33			
Ovejas	0:00:35	32,3	42,8	21,7	35,8	31,2	24,3	% Ruido Natural		
Noise Free Interval NFI	0:39:33	28,7	48,1	20,8	30,3	28	23,7			
Ruido Natural	0:48:48	37,1	62,4	20,8	39,7	28,5	24,2	51,6		

Figura 2.7. – Resultados obtidos no caso prático por Molina *et al.* na região de Anceu, Espanha [33]

Em Portugal, foram contactadas as direções de todos os parques naturais e nacionais. As respostas obtidas mostram que muito pouco foi feito nesta área. O Parque Natural do Douro Internacional informou que as únicas medições acústicas existentes se devem ao controlo de obras que afetaram o parque nos últimos anos, tais como o IC5, o reforço de Picote e de Bemposta, as linhas de muita alta tensão Douro Internacional e Macedo-Mogadouro, situações pontuais e que apenas representam a paisagem sonora dos locais próximos às construções. No Parque Natural da Ria Formosa as medições existentes, provenientes de estudos de Avaliação de Impacte Ambiental, dizem respeito exclusivamente à parte urbana do parque. Os parques naturais de Sintra-Cascais e Litoral Norte revelaram nunca ter sido realizado qualquer estudo deste género nas suas áreas. No Parque Nacional da Peneda-Gerês foi realizado, em 2011, um projeto da autoria do Professor Paulo Marques que visa recolher as paisagens acústicas naturais de Portugal construindo assim uma memória do presente, denominado “Paisagens Acústicas Naturais de Portugal” (figura 2.8.) [34]. No entanto este trabalho procedeu apenas à gravação do som e não à sua medição e quantificação. À parte deste projeto, nenhum outro é do conhecimento da direção do parque. As direções dos restantes parques não responderam.



Figura. 2.8. – Locais de gravação do projeto “Paisagens Acústicas Naturais de Portugal” [34]

Na Nova Zelândia, onde as áreas protegidas e parques naturais ocupam cerca de 30% do país, Cessford [35] tem vindo a desenvolver alguns trabalhos de pesquisa no âmbito do ruído em áreas protegidas, através de inquéritos realizados aos seus utentes. Em 2000, o trabalho incidiu num conjunto de trilhos, denominados *The Great Walks*, trilhos esses de tal forma equipados (com cabanas de assistência, parques de campismo, abrigos, etc.) que permitem que qualquer pessoa usufrua da natureza e meio selvagem independentemente do equipamento ou experiência anterior. Esta oportunidade tem atraído bastantes utentes, com um aumento anual de turistas estrangeiros a procurarem os serviços dispostos. Para facilitar futuros atos de gestão e uma análise mais fácil, as fontes sonoras foram divididas em: Fontes externas não recreacionais, fontes externas recreacionais, fontes internas interativas e fontes internas intra-ativas. Aos utentes foi apresentado o questionário apresentado na figura 2.9. Como é possível avaliar pela figura 2.10, os casos mais incómodos são de fontes externas recreacionais, especificamente (e po ordem decrescente de incomodidade) os voos turísticos (que foram identificados por 91% dos inquiridos, 69% dos quais os considerou incómodativos), barcos recreativos na água ou no cais, em zonas costeiras (identificado por 74% dos inquiridos e considerado incómodo por 53%), barcos recreativos em zonas fluviais (identificado por 75% dos inquiridos e considerado incómodo por 34%), barcos recreativos perto dos locais de repouso como cabanas ou locais de campismo (identificado por 55% dos inquiridos e considerado incómodo por 33%) e surge então a primeira situação de uma fonte interna interativa, com a presença de pessoas ruidosas noutras cabanas a ser identificado por 81% das pessoas, sendo considerado incómodo por 33%. [35]

I did not experience this impact 1	This impact did not bother me 2	This impact bothered me a little 3	This impact bothered me a lot 4
(noticed noise)			
(bothered by noise)			

Figura 2.9 – Inquérito entregue aos utilizadores dos *The Great Trails*, Nova Zelândia [35]

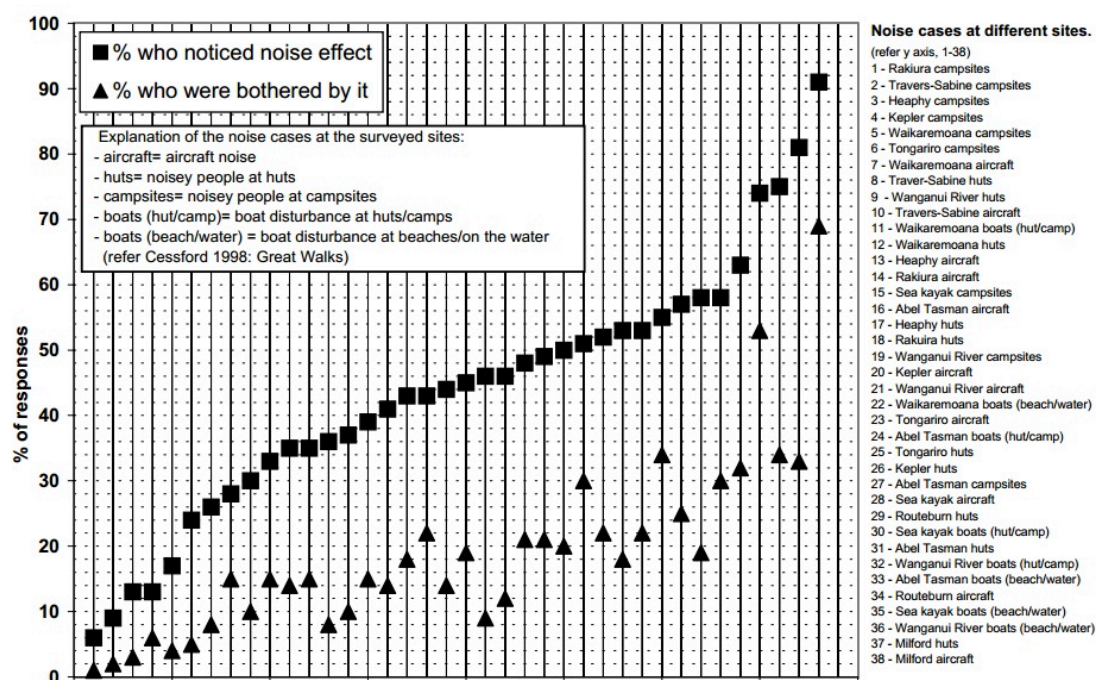


Figura 2.10 – Resultados dos inquéritos preenchidos pelos utilizadores do *The Great Trails*, Nova Zelândia [35]

2.4. CONCLUSÕES

Embora a pesquisa dos trabalhos anteriores constitua uma importante base para o trabalho, mostra também que na acústica de áreas protegidas ainda se encontra muito por explorar, especialmente na Europa (e em Portugal) em contraste com os Estados Unidos da América.

Isto percebe-se pela ausência de uma legislação específica para áreas naturais na Europa, impossibilitando a comparação dos diferentes parques mundiais (pelo menos nos poucos onde até hoje se realizaram este tipo de trabalhos). Aguardam-se ainda desenvolvimentos de uma norma ISO que permita uma homogeneização dos trabalhos futuros na captação da paisagem sonora [11].

Para efeitos de comparação com os resultados obtidos nos outros parques, neste trabalho será usada a metodologia já seguida na Europa e nos Estados Unidos da América, medindo-se portanto os parâmetros L_{Aeq} , L_{AFmin} , L_{AFmax} , L_{A10} , L_{A50} , L_{A90} e calculando-se o L_{Nat} .

3

FUNDAMENTOS E CONCEITOS TEÓRICOS

3.1. INTRODUÇÃO

A Acústica é o ramo da física responsável pela análise e estudo das ondas sonoras, resultantes da variação da pressão atmosférica num ponto de origem (fonte). Estas ondas propagam-se nos diferentes meios através de zonas de compressão (variação de pressão atmosférica positiva) e de rarefação (variação de pressão atmosférica negativa) (figura 3.1.) sendo depois intercetadas pelo sistema auditivo e interpretadas pelo cérebro como som (caso seja agradável ou contenha informação para o ouvinte) ou ruído (caso seja desagradável ou sem significado para o ouvinte). [36]

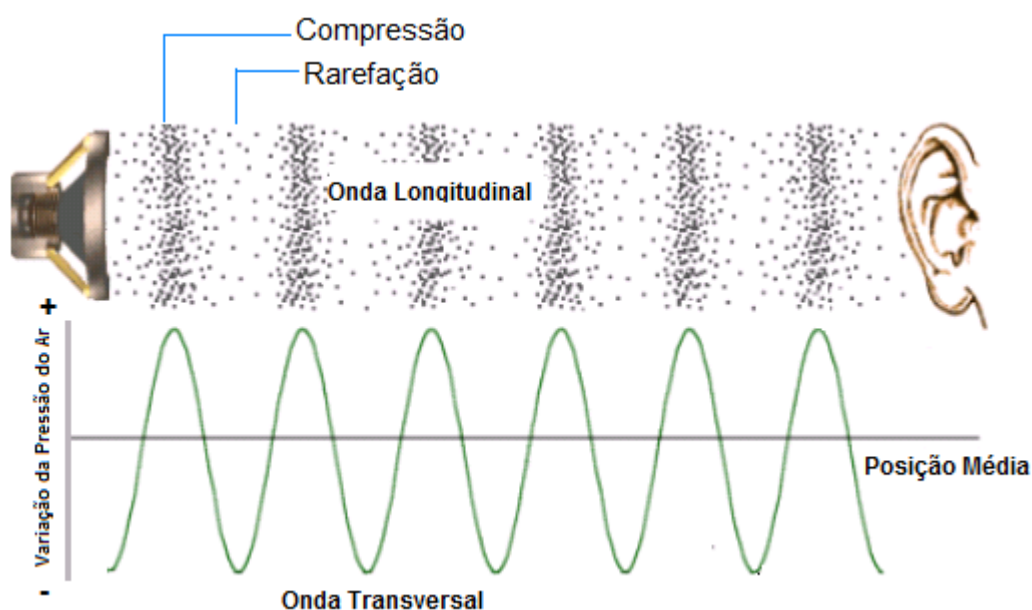


Figura 3.1. – O fenómeno ondulatório responsável pela propagação de ondas sonoras [adaptado de 37]

Embora a palavra *Acústica* apenas tenha surgido em 1623, por Sir Francis Bacon [36], a preocupação com o ruído e a sua importância remonta a cerca de 2000 a.C. onde de acordo com o mito babilónico de *Atrahasis*, a mais extensa e mais abrangente das histórias mesopotâmicas do dilúvio, o desagrado de Enlil, e motivo do dilúvio, devia-se ao insuportável ruído feito pela multidão de seres humanos,

“Mil e duzentos anos [ainda não tinham passado]

Quando a terra se estendeu e as pessoas se multiplicaram.

A terra rugia [como um touro].

Os Deuses estavam perturbados com [o seu ruído]

[Enlil ouvia] o seu barulho

[E dirigiu-se] aos grandes Deuses.

O ruído da humanidade [tornou-se demasiado intenso para mim].

[com o seu rugido] estou privado do sono” [adaptado de 38]

Hoje em dia a Acústica pode-se dividir em quatro grandes zonas de conhecimento: artes, engenharia, ciências da vida e ciências da terra abrangendo áreas tão vastas como a acústica de edifícios, a acústica ambiental, a bioacústica, etc. (figura 3.2.) [36].

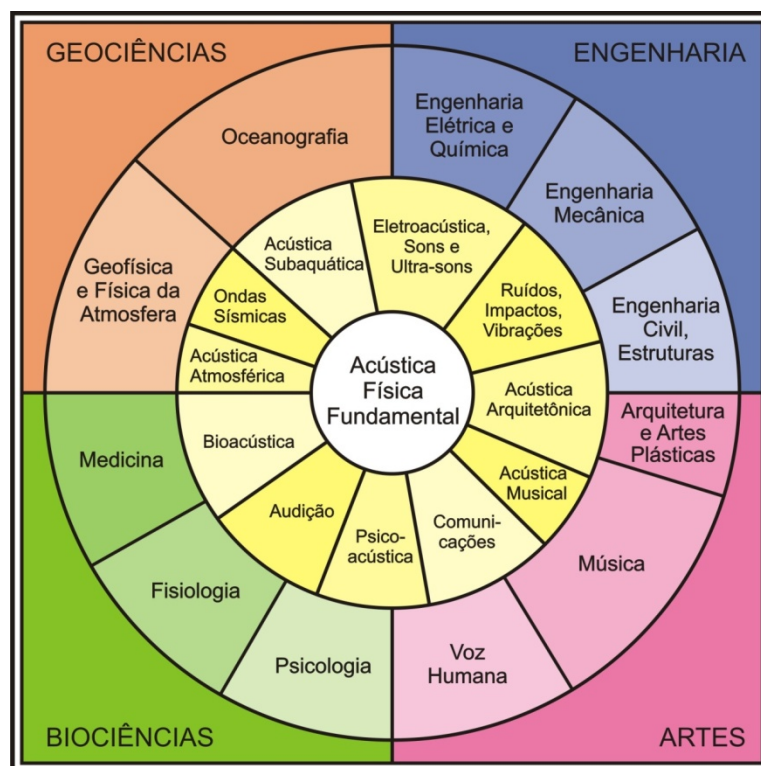


Figura 3.1.- As variadas zonas de conhecimento da Acústica [39]

3.2. Conceitos

3.2.1. SOM E RUÍDO, PROPAGAÇÃO DO SOM E SISTEMA AUDITIVO HUMANO

A propagação do som em meios elásticos, é feita pela transmissão de um estímulo introduzido pela fonte que é posteriormente transmitido às moléculas ou partículas adjacentes até chegarem ao recetor. Considerando o caso do ar como meio de transmissão, essa propagação é conseguida através da variação da pressão atmosférica, daí que o mais importante elemento de medição seja precisamente a variação de pressão provocada pelas ondas sonoras, usando a pressão atmosférica normal (P_{at}) como referência que, no planeta Terra toma o valor aproximado de 101.400 Pa ($\approx 10^5$ Pa). [36]

Admitindo que uma fonte sonora pontual provoca alterações na pressão mas também na temperatura e na massa específica e usando os princípios fundamentais da mecânica (*lei das transformações adiabáticas, segundo princípio fundamental da mecânica e o princípio da continuidade*) é possível escrever a lei geral da propagação das ondas de pressão sonora (em meio homogêneo, isotrópico, sem viscosidade e em repouso):

$$\nabla^2 p = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 p}{\partial t^2} \quad (3.1.)$$

Onde a celeridade (c) ou a velocidade de propagação das ondas sonoras varia com a temperatura de acordo com a seguinte expressão:

$$c = 20,045 \sqrt{T} \quad (3.2.)$$

Com T (K) = 273,15 + Θ (°C)

Os sons podem ser distinguidos como sons puros ou complexos. Um som puro é aquele que é associado a uma componente única em termos de frequência enquanto um som complexo resulta da sobreposição de dois ou mais sons puros (figura 3.3.). Depois da pressão sonora, a frequência é a segunda característica mais importante para descrever um sinal sonoro, uma vez que quase todos os ruídos (ou sons) contêm diferentes frequências. A relação entre os comprimentos de onda, λ , e a frequência, f , traduz-se pela expressão 3.3.:

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (3.3.)$$

Com o período, $T = \frac{1}{f}$, tem-se que:

$$\lambda = cT \quad (3.4.)$$

Assim, apenas é possível caracterizar corretamente um ruído adequadamente com a análise da pressão, frequências e um terceiro fator, o tempo. [36]

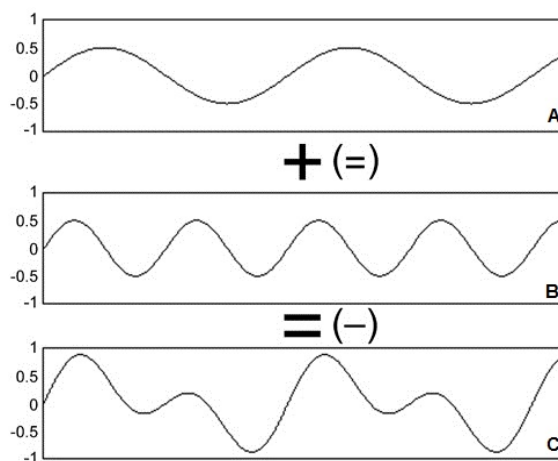


Figura 3.3. – Composição de um som complexo: as ondas A e B representam sons puros (componente única em termos de frequência) cuja soma representa um som complexo, a onda C [adaptado de 40]

No entanto, a existência da acústica não teria sentido sem a existência do sistema auditivo, em especial o humano (figura 3.4.). O ouvido humano pode ser dividido em três partes, o ouvido externo, médio e interno. O ouvido externo, composto pelo pavilhão da orelha, canal auditivo e tímpano é responsável pela captação das ondas sonoras (no pavilhão da orelha) e encaminhá-las pelo canal auditivo para o tímpano que entra em vibração. Essa vibração é captada pelo ouvido médio (ossículos: martelo,

bigorna e estribo) que as amplificam, permitindo que as ondas sonoras passem do meio aéreo para o líquido (no interior da cóclea, através da janela oval). O ouvido médio está ligado ainda à garganta, pela trompa de Eustáquio que serve para equilibrar a pressão do ar. O ouvido interno (cóclea) é uma espiral cónica, preenchida com um líquido denominado perilinf. As vibrações deste líquido provocam movimentos na membrana basilar, que reage às diferentes frequências ao longo do seu comprimento e que, por sua vez, causam movimentos dos cílios. É este movimento que provoca um fenómeno eletro-químico que é transmitido ao cérebro. Sendo um processo subjetivo, que varia de recetor para recetor, é possível que para uns as mesmas ondas sonoras sejam percebidas como som enquanto para outros sejam entendidas como ruído, existindo como “regulador” a legislação vigente sobre o tema. [36]

O ouvido de um ser humano jovem de audição normal deteta variações de pressão que vão desde os 10^{-5} Pa (limiar da audição) até cerca de 100 Pa (limiar da dor). [36]



Figura 3.4. – O aparelho auditivo humano [41]

3.2.2. INTENSIDADE E POTÊNCIA SONORA

Para além da pressão existem ainda outras grandezas importantes para a análise da propagação sonora, como a intensidade sonora e a potência sonora.

A intensidade sonora (I) é, numa dada direção, a quantidade média de energia que atravessa por segundo uma área de 1 m^2 , normal a essa direção e quantifica-se em W/m^2 . Trata-se de uma grandeza vetorial que permite avaliar a componente direcional do som. [36]

A potência sonora (W) é uma característica da fonte (e não do estímulo criado por essa fonte) e caracteriza-se como sendo a energia total que num segundo atravessa uma esfera fictícia de raio qualquer centrada na fonte e quantifica-se em W .

Estas três grandezas (I , W e p) estão relacionadas entre si através da seguinte expressão:

$$I = \frac{W}{4\pi r^2} = \frac{p^2}{\rho \cdot c} \quad (3.5.)$$

Onde,

I – intensidade sonora (W/m^2);

W – potência sonora (W);

r – distância (m);

p – pressão sonora (Pa);

ρ – massa volúmica (ar) $\approx 1,2 \text{ kg/m}^3$;

c – celeridade (m/s) $\approx 340 \text{ m/s}$ [36]

3.2.3. NÍVEIS

O facto de a gama de audibilidade do ser humano, no domínio da pressão, se situar em 10^7 Pa torna a aplicação de uma escala linear impraticável, com a disparidade dos valores usados. Este facto, aliado à resposta não linear do ouvido aos estímulos (de facto, esta resposta é praticamente logarítmica) faz com que seja necessário utilizar outra unidade para avaliar esta grandeza. Surge então o *decibel* (dB) que corresponde a 1/10 do *bel* e é usada sempre que se pretende avaliar o nível de alguma quantidade relativamente a um valor de referência. Para a conversão de pressão (p) para unidade de pressão (L_p) usa-se a seguinte fórmula:

$$L_p = 20 \log \frac{p}{p_0} \quad (3.6)$$

ou, analogamente:

$$L_p = 10 \log \frac{p^2}{p_0^2} \quad (3.7), \text{ com } p_0 = 2 \times 10^{-5} \text{ Pa (valor de referência). [36]}$$

Os resultados apresentados pelos equipamentos de medição, como os sonómetros, apresentam os resultados já convertidos em dB. Mas, da mesma forma que na caracterização de um fenómeno sonoro importa quantificar a intensidade sonora e a potência sonora, interessa também converter estas grandezas para níveis de intensidade sonora (L_I) e níveis de potência sonora (L_W):

$$L_I = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad (3.8)$$

e

$$L_W = 10 \log \frac{W}{W_0} \quad (3.9),$$

onde $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ e $W_0 = 10^{-12} \text{ W}$.

A soma de níveis faz-se de forma não algébrica, dada a sua característica logarítmica, usando-se para a soma de n níveis a seguinte expressão:

$$L_{soma} = 10 * \log \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}} \quad (3.10) \quad [36]$$

3.2.4. ANÁLISE EM FREQUÊNCIA E EM BANDAS DE FREQUÊNCIA

Uma vez que quase todos os sons contêm diferentes frequências e muitas vezes a fonte sonora é diferenciável de outra pelas frequências que emita, esta é uma importante característica a ser estudada, conforme referido anteriormente. [2]

A frequência mede-se em *hertz* (Hz) e representa a taxa de ocorrência das flutuações completas de pressão por segundo e é comum distinguirem-se três grandes zonas de frequências. A zona de frequências graves, que vai dos 20 a 355 Hz, a zona das frequências médias, entre os 355 e os 1.410 Hz e a zona das frequências agudas, dos 1.410 a 20.000 Hz. Estas frequências representam a gama de audição de um humano jovem e de audição normal (dos 20 aos 20.000 Hz) e todos os valores inferiores são considerados *infra-sons* enquanto que a gama de valores acima dos 20.000 Hz é denominada por *ultra-sons* (figura 3.5.).

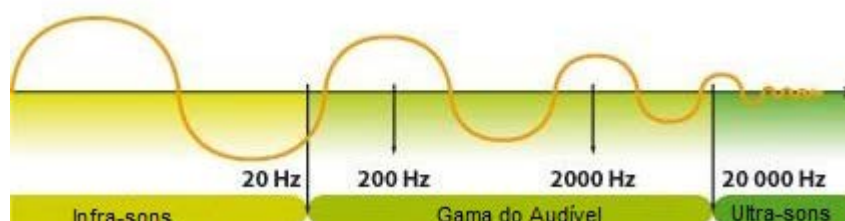


Figura 3.5. – Gama do audível do ser humano [42]

Com uma gama tão grande de valores de frequência perceptíveis, o ser humano torna-se incapaz de detetar pequenas variações de frequência. Essa vasta gama de valores é aproveitada, no entanto, da melhor forma, tendo adaptado a comunicação através da palavra (um dos mais importantes papéis da audição) a uma gama de valores mais restrita (figura 3.6.). Isto pode gerar situações em que apesar de se verificar uma surdez parcial a vida do indivíduo não seja particularmente afetada, permitindo uma normal comunicação com os restantes. [36]

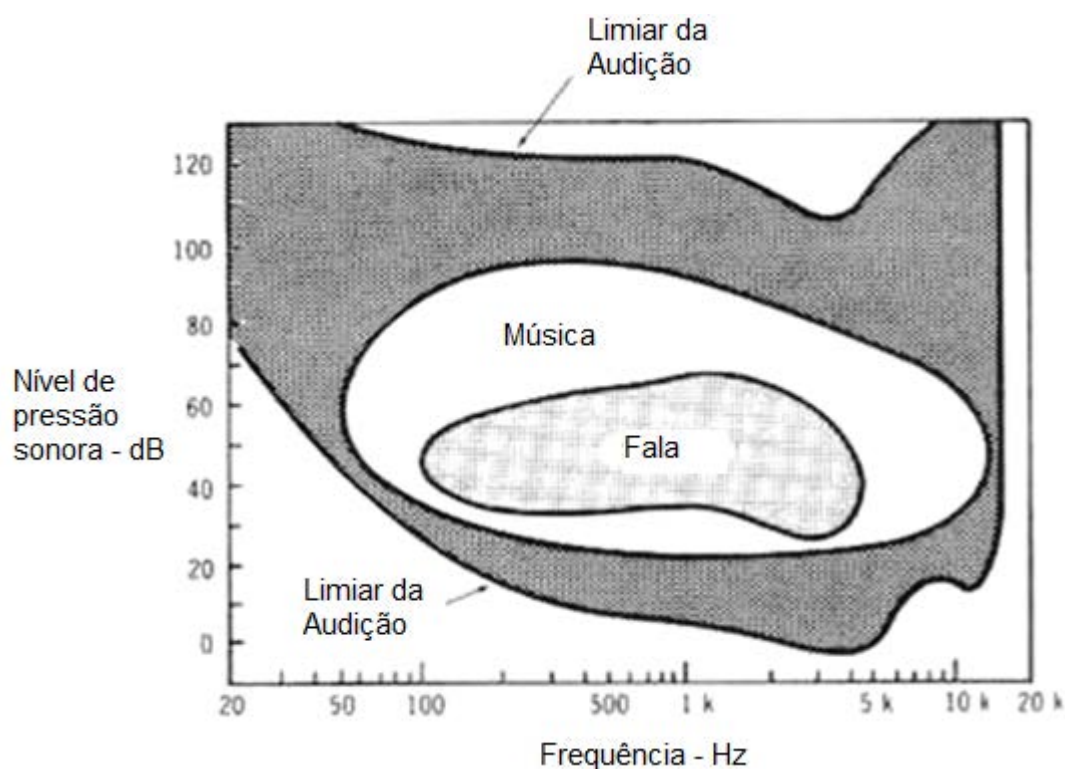


Figura 3.6. – A audição humana e as frequências em que se insere [43]

A quantidade de frequências a analisar em cada situação é, no entanto, proibitiva.

Como forma de contornar este problema, as frequências são agrupadas em *bandas de frequência*, correspondentes a intervalos de frequências de dimensão normalizada. As “bandas” são compostas por um limite inferior (f_1), um limite superior (f_2) e um valor médio (f_0) que lhe dá o nome (figura 3.7.). O valor médio pode ser obtido por:

$$f_0 = \sqrt{f_1 f_2} \quad (3.11)$$

À diferença entre os valores numéricos dos limites superior e inferior dá-se o nome de largura de banda (B), isto é:

$$B = f_2 - f_1 = \frac{2^K - 1}{\sqrt{2^k}} f_0 \quad (3.12)$$

Sendo $K = 1$ caso a banda seja de 1/1 oitava ou 1/3 caso a banda seja de 1/3 de oitava. A partir da largura é possível obter com exatidão os limites inferior e superior:

$$f_1 = f_0 2^{-k/2} \quad (3.13)$$

e

$$f_2 = f_0 2^{k/2} \quad (3.14) [2]$$

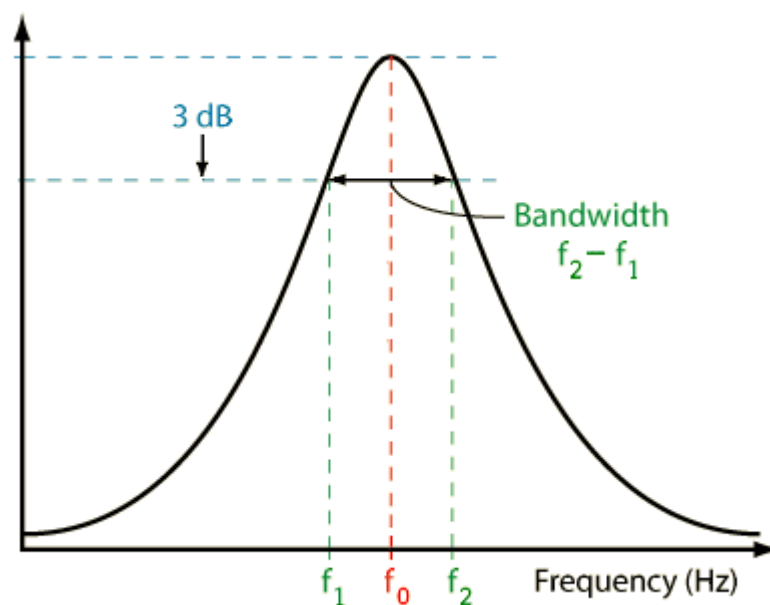


Figura 3.7. – Definição de largura de banda [adaptado de 44]

3.2.5. CURVAS DE PONDERAÇÃO

O ouvido humano reage com uma sensibilidade diferente às diferentes frequências que lhe chegam, revelando uma maior sensibilidade nas altas frequências (2300 a 2800 Hz) e uma menor sensibilidade nas baixas (inferiores a 125 Hz). Ora os equipamentos de medição, como os microfones, registam com total fidelidade todas as variações de pressão, independentemente da frequência. Para “humanizar” estes equipamentos, e obtendo a real e subjetiva sonoridade de um ruído, torna-se necessário a sua correção, através da colocação de filtros. Estes filtros, curvas de ponderação, adaptam as medições ao ouvido humano sendo a mais usual a Curva A, originalmente pensada (≈ 1930) para ruídos de fraca intensidade, e atualmente aceite de forma quase universal. Dos restantes filtros, B, C e D, apenas o C é ainda usado, tendo os restantes caído em desuso. A correção consiste na soma algébrica dos valores do quadro 3.1., obtendo-se como resultado desta ponderação, não o *nível de pressão sonora* (dB) mas sim o *nível sonoro* (dB(A)). [36]

Quadro 3.1. – Valores numéricos das ponderações do filtro A, na gama do audível para 1/3 de oitava e 1/1 de oitava [36]

Banda de frequência (Hz)	Ponderação A para 1/3 de oitava	Ponderação A para 1/1 de oitava	Banda de frequência (Hz)	Ponderação A para 1/3 de oitava	Ponderação A para 1/1 de oitava
25	-44,7	-40	800	-0,8	0
31	-39,4		1.000	0	
40	-34,6		1.250	0,6	
50	-30,2	-26	1.600	1,0	+1
63	-26,2		2.000	1,2	
80	-22,5		2.500	1,3	
100	-19,1	-15,5	3.150	1,2	+1
125	-16,1		4.000	1,0	
160	-13,4		5.000	0,5	
200	-10,9	-8,5	6.300	-0,1	-1
250	-8,6		8.000	-1,1	
315	-6,6		10.000	-2,5	
400	-4,8	-3	12.500	-4,3	-7
500	-3,2		16.000	-6,6	
630	-1,9		20.000	-9,3	

3.2.6. ANÁLISE NO TEMPO

Um outro fator importante na caracterização de qualquer ruído é a sua duração. Esta pode ser quase instantânea (como um disparo) ou ter uma duração quase infinita (quedas de água). É em virtude desta instabilidade temporal, que se torna fundamental, na descrição de um fenómeno sonoro, a existência de parâmetros que incluam o fator tempo. Recorrem-se portanto aos descritores *estatísticos* e/ou *energéticos*. Um parâmetro energético é o *nível de pressão sonora contínuo equivalente* (L_{eq}) que pode ser entendido como o nível que se atuasse constante num dado intervalo de tempo, “produziria” a mesma energia que o som que se pretende avaliar, ou seja, uma média e é representado por:

$$L_{eq} = 10 \cdot \log \frac{1}{T} \int_0^T \frac{p(t)^2}{p_0} dt \quad (3.15)$$

Os parâmetros estatísticos estão associados a quantis de densidade de probabilidade, sendo representados por L_N , que representa o nível que num intervalo de tempo é excedido em N% da duração temporal desse intervalo, ou seja, corresponde ao percentil N (figura 3.8.). Tendo feito parte da legislação nacional entre 1988 e 2001, os parâmetros L_{95} e L_{50} (mediana) eram os mais usados em Portugal. Com a atual legislação, caíram um pouco em desuso no nosso país, no entanto ainda estão presentes na legislação de outros países. [36]

Atualmente, estes valores podem ser obtidos diretamente pela maioria dos equipamentos de leitura.

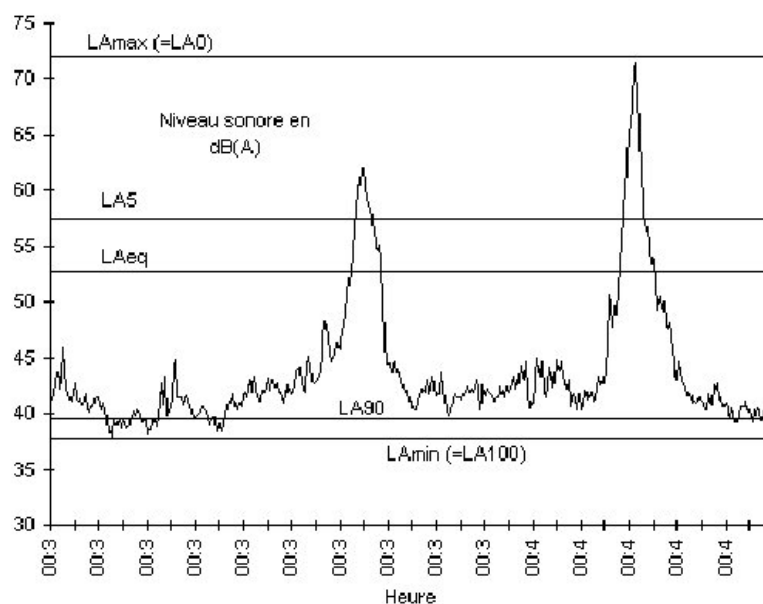


Figura 3.8. – Exemplo de definição gráfica de L_{A0} , $LA5$, $LA90$, $LA100$ e $LAeq$ [45]

3.2.7. ACÚSTICA DE EXTERIORES

Conforme foi visto anteriormente, a propagação de ondas sonoras depende de diversos fatores. Quando se lida com acústica de exteriores estes fatores são ainda mais importantes.

As fontes sonoras podem-se subdividir em fontes pontuais ou lineares, considerando-se pontual uma fonte que se possa considerar originária de um único ponto do espaço (como o som de um animal) e linear, se a origem do som se desenvolve ao longo de um segmento de reta (como um rio longo) e composto por um grande número de fontes pontuais, próximas umas das outras a emitir com uma potência sonora constante em todas as direções. As superfícies de onda são esféricas ou cilíndricas para fontes pontuais e lineares, respetivamente.

No ar, a atenuação deve-se essencialmente ao efeito da temperatura e da humidade relativa (embora esta seja mais significativa para valores abaixo dos 30%), não se podendo desprezar no entanto o efeito das frequências, dado que há uma atenuação superior nas altas frequências quando comparada com a muito fraca atenuação do som com a distância no caso das baixas frequências [36].

Junto ao solo existe atenuação provocada pelo atrito nessa superfície, variando essa atenuação com a distância à fonte e com a frequência emitida. Por norma, os terrenos ditos “rígidos” (como o asfalto, betão ou água líquida) tem uma atenuação superior aos solos “macios” (como relva, neve, etc.). Ainda no solo, poderá ocorrer uma atenuação devido à existência de uma densa vegetação entre a fonte e o recetor, atenuação essa que só é significativa para espessuras superiores a 10 metros e é importante para altas frequências [36].

Outro parâmetro a ter em análise é a ação dos gradientes de temperatura e velocidade do vento. Tratam-se de variações em altitude das condições meteorológicas que influenciam a propagação de ondas sonoras. Quando a temperatura sobe em altura (gradiente positivo) e como as ondas sonoras se deslocam com maiores velocidades a temperaturas mais elevadas, a sua trajetória sofre um encurvamento em direção ao solo, provocando um aumento do nível sonoro junto deste. Na situação inversa (gradiente negativo), o encurvamento afasta-se do solo o que reduz o nível sonoro, podendo mesmo provocar zonas de sombreamento acústico (figura 3.9.) [36].

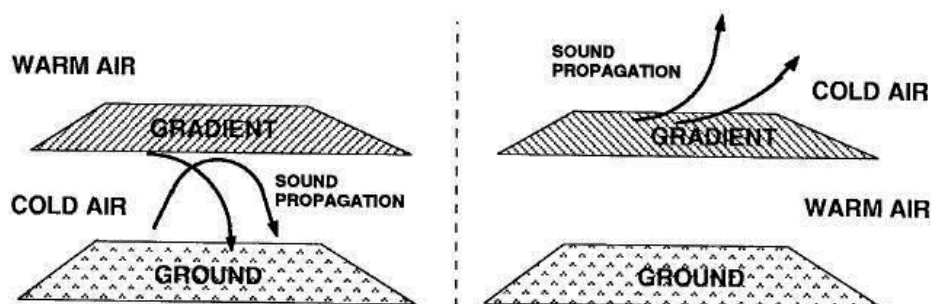


Figura 3.9. – O efeito do gradiente de temperaturas na propagação do som [46]

O efeito do vento é semelhante, provocando um encurvamento da onda, sendo que se o vento soprar da fonte para o recetor o nível sonoro aumenta enquanto que se o vento soprar do recetor para a fonte, ocorre uma redução do nível sonoro verificando-se também a possibilidade de zonas de sombreamento (figura 3.10.). [36]

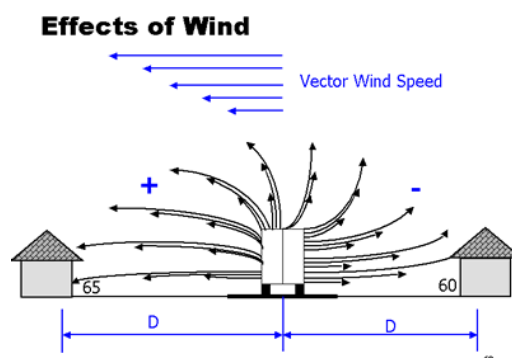


Figura 3.10. – O efeito do vento na propagação do som [47]

3.2.8. EFEITOS DO RUÍDO NOS SERES HUMANOS

Os efeitos nocivos do ruído na saúde humana estão já largamente documentados. A Organização Mundial de Saúde tem vindo a alertar para tal, tendo já recomendado um L_{Aeq} máximo de 70 dB por dia, de exposição em ambiente industrial, comercial, ar livre e de tráfego [48].

Estudos recentes indicam que o valor de 65 dB(A) é considerado o limiar máximo de conforto acústico para a medicina preventiva. A exposição acima deste valor, ainda que por curtas durações de tempo, poderá causar distúrbios como perturbação do sono, diminuição do desempenho laboral, hipertensão, agravamento de problemas cardiovasculares [49] [50].

Os efeitos do ruído podem ser quantificados através de exames médicos, como a audiometria, que permitem aferir a perda auditiva. Segundo a Organização Mundial de Saúde, o nível sonoro até 50 dB(A) pode ser incómodo, mas sem particulares incidências na saúde humana. A partir dos 55 dB(A) pode haver a ocorrência de stress ligeiro e sensação de desconforto e diminuição da capacidade de concentração. A valores entre os 65 e os 70 dB(A), o organismo reage para se tentar adaptar ao ruído, prejudicando as suas defesas o que leva ao aumento do nível de cortisona no sangue, diminuição da resistência imunológica e indução de endomorfina no organismo. Acima dos 70 dB(A) o corpo fica sujeito a stress degenerativo, abalando também a saúde mental e aumenta o risco de enfarte, derrame cerebral e outras patologias. Com um L_{Aeq} de 100 dB há o risco de danos auditivos e perdas da acuidade auditiva [36] [51] [52].

Isto acontece porque a uma exposição prolongada a ruídos intensos faz com que as terminações das células ciliadas existentes na membrana basilar tenham que mudar de posição muito rapidamente o que pode levar à sua quebra, irreversível, levando a uma perda auditiva permanente.

Esta perda inicia-se pelos cílios mais próximos da zona de chegada do estímulo, no caso os cílios responsáveis pela captação das frequências agudas num fenómeno conhecido como “perda de agudos” [36].

3.3. Soundscape (Paisagem Sonora)

O termo *soundscape*, paisagem sonora em português, empregue pela primeira vez em 1969 por Raymon Murray Schafer no seu livro “*The new soundscape*”, [53] tem a sua base no termo “*landscape*”, paisagem, e representa todos os sons que fazem parte de um ambiente (inicialmente literário, mas cada vez mais a palavra tem vindo a ser usado no meio científico). Schafer, desenvolveu estudos onde trabalhava a percepção de diferentes espaços, tentando sensibilizar o ouvido dos seus alunos, como percorrer um bosque de olhos vendados. Tal como refere Emily Thompson no seu livro “*The Soundscape of Modernity: Architectural Acoustics and the Culture of Listening in America*”, uma paisagem sonora é não só um ambiente físico mas também a maneira como se percebe esse mesmo ambiente. É usado nas mais diversas artes, sendo utilizado como recurso literário por Álvaro de Campos (heterónimo de Fernando Pessoa) na descrição dos sons industriais ou até mesmo na música onde vários compositores usam nas suas composições sons não produzidos por instrumentos, como no caso dos compositores Hermeto Pascoal ou John Cage. A paisagem sonora é composta por todos os sons ou ruídos de origem humana ou natural que caracterizam e ocorrem num espaço [54].

4

MÉTODOS E EQUIPAMENTOS

4.1. NORMAS E PROCEDIMENTOS

4.1.1. NP ISO 1996

“Normalização” é, segundo consta na norma NP EN 45020 [55], a atividade destinada a estabelecer, face a problemas reais ou potenciais, disposições para utilização comum e repetida, tendo em vista a obtenção do grau ótimo de ordem, num determinado contexto. Consiste, particularmente, na elaboração, publicação e promoção do emprego das normas. Segundo a mesma, uma norma é definida como um documento, estabelecido por consenso e aprovado por um organismo de normalização reconhecido, que define regras, linhas de orientação ou características para atividades ou seus resultados, destinadas à utilização comum e repetida, visando atingir um grau ótimo de ordem, num dado contexto.

A *International Organization for Standardization* – ISO – criada em 1974, tem como objetivo facilitar a coordenação e a unificação das normas criadas pelos diversos países [56]. No caso da norma ISO 1996 [57] [58], esta pretende estabelecer linhas de orientação para a medição e avaliação do ruído ambiental, tendo sido traduzida para português e publicada pelo Instituto Português da Qualidade (IPQ) com a denominação NP ISO 1996 [57] [58], enquadrada atualmente no Regulamento Geral do Ruído (RGR), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 9/2007, retificado pela Declaração de Retificação n.º 18/2007 e alterado pelo Decreto-Lei n.º 278/2007. A NP ISO 1996 encontra-se dividida em duas partes, uma primeira referente a “*Grandezas fundamentais e métodos de avaliação*” [57] e a segunda denominada “*Determinação dos níveis de pressão sonora*” [58].

A norma NP ISO 1996 estabelece os métodos e procedimentos para a medição de ruído a que um local está exposto, tendo a avaliação de longa duração da incomodidade provocada pelo ruído adotado o parâmetro L_{Aeq} , o nível sonoro contínuo equivalente corrigido, ponderado A [57].

A série ISO 1996 pretende também dotar as autoridades competentes de informação para a descrição e avaliação do ruído ambiente na comunidade facilitando a criação e desenvolvimento de normas e regulamentos nacionais que estabeleçam os limites de ruído.

Neste trabalho foram tidos em atenção os seguintes termos e definições [57] [58]:

- “Intervalo de tempo de referência” é o intervalo de tempo ao qual se refere a avaliação do som;
- Os indicadores correspondem a quantidades físicas e aos respetivos níveis expressos em decibel que caracterizam um dado evento acústico. Os três indicadores mais frequentes com a

aplicação do filtro A (excetuando-se os sons impulsivos altamente energéticos ou sons de baixa frequência) são:

- Nível de exposição sonora com dada ponderação em frequência;
- Nível de pressão sonora de pico com uma dada ponderação em frequência;
- Nível máximo de pressão sonora com uma dada ponderação em frequência e em tempo.
- O ruído de tráfego rodoviário pode ser classificado como um som contínuo ou como o somatório de vários acontecimentos discretos repetidos. Quando contínuo (grande volume de trânsito), deve ser descrito pelo nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A, num intervalo de tempo. Quando se considera um acontecimento discreto repetitivo (baixo volume de trânsito), considera-se que o seu ruído é a soma de todos os acontecimentos individuais. Os indicadores de ruído na comunidade fornecem o método para avaliação do ruído ambiente devido a fontes individuais ou combinação de fontes. O nível de avaliação contínuo equivalente é o descritor utilizado. Poderão também ser especificados outros indicadores tais como o nível máximo de pressão sonora, o nível de exposição sonora (corrigido) ou o nível de pressão sonora de pico;
- A ponderação em frequência, usando filtro A, é utilizada para avaliar o som emitido por qualquer tipo de fonte sonora, exceção feita aos sons impulsivos de alta energia e sons de baixa frequência. A ponderação A não deve ser utilizada na medição de níveis de pressão sonora de pico, onde deve ser utilizada a ponderação C;
- “Limites de ruído” são os limites definidos pelas autoridades competentes, baseados no conhecimento sobre os efeitos do ruído na saúde humana e tendo em conta fatores socioeconómicos. A regulamentação estabelece também as circunstâncias em que a conformidade com os regulamentos pode ser verificada;
- Os intervalos de tempo de referência referentes à avaliação devem ser especificados tendo em conta as atividades humanas típicas bem como as variações de funcionamento das fontes sonoras. O intervalo de tempo de medição deve ser tal que seja representativo do ruído ambiente em avaliação;
- Na propagação do som no exterior, os níveis de pressão sonora medidos no recetor podem ser influenciados pelas condições meteorológicas, situações em que, os limites do ruído se devem basear nos valores médios para todas as condições de propagação relevantes.

4.1.2. PROCEDIMENTOS DE MEDIÇÃO DO RUÍDO

O procedimento de medição do ruído imposto pela Agência Portuguesa do Ambiente [59] encontra-se divulgado no “Guia prático para medições de ruído ambiente – no contexto do Regulamento Geral do Ruído tendo em conta a NP ISO 1996”, publicado em Outubro de 2011 [60] que serviu como base de procedimento no contexto deste trabalho. Destacam-se alguns pontos pertinentes para o trabalho:

- Locais de medição
 - Os pontos de medição no exterior devem, sempre que tecnicamente possível, estar afastados, pelo menos, 3,5 metros de qualquer estrutura refletora, à exceção do solo,

e situar-se a uma altura de 1,2 a 1,5 m de altura acima do solo ou do nível de cada piso de interesse;

- Equipamentos
 - Deve ser utilizado um sonómetro de modelo homologado pelo Instituto Português da Qualidade, que detenha certificado de verificação válido para esse ano e que seja, de preferência da classe de exatidão 1;
 - Antes e depois das medições deve ser feita uma verificação com calibrador portátil;
 - A obtenção de um desvio superior a 0,5 dB determinará a não-aceitação dos resultados.
- Procedimento de medição recorrendo à técnica de amostragem no período de referência
 - É fundamental o conhecimento prévio do regime de funcionamento da fonte no período de referência em análise para a escolha dos intervalos de tempo de medição (momento de recolha das medições, número de medições e respectiva duração);
 - Para fontes que apresentem marcadas flutuações do nível sonoro ao longo do intervalo de tempo de referência que se apresentem associadas a ciclos distintos de funcionamento da fonte, devem ser efetuadas pelo menos duas amostras por ciclo;
 - Para obtenção do valor do indicador de longa duração, deverão ser feitas recolhas em pelo menos dois dias. Se a diferença entre os níveis $L_{Aeq,T}$ forem das duas medições for superior a 5 dB, deve realizar-se uma ou mais medições adicionais, a não ser que o(s) ruído(s) particular(es) em avaliação justifique(m) essa diferença;
 - A duração de cada medição é determinada pela estabilização do sonómetro do sinal sonoro em termos de $L_{Aeq,T}$ a avaliar pelo operador do sonómetro. No entanto, regra geral, a duração mínima recomendada para espaços ao ar livre é de 15 minutos devido à multiplicidade de fontes e à variabilidade das condições de propagação que influenciem o registo de medição.

4.2. PARÂMETROS DE ANÁLISE

Na quantificação das medições são usados os parâmetros de análise dispostos no quadro 4.1

Quadro 4.1. – Parâmetros de análise usados em medições

Grandeza	Símbolo
Nível de pressão sonora, ponderado A	L_{PAF}
Nível máximo de pressão sonora, ponderado A	L_{AFmax}
Nível mínimo de pressão sonora, ponderado A	L_{AFmin}
Nível percentil, ponderado A	L_{AFNT}
Nível de pressão sonora de pico, ponderado C	L_{Cpeak}
Nível de exposição sonora, ponderado A	L_{AE}
Nível de pressão sonora contínuo equivalente, ponderado A	L_{AeqT}
Nível de avaliação de exposição sonora, ponderado A	L_{RE}
Nível de avaliação contínuo equivalente, ponderado A	L_{ReqT}

Conforme referido no capítulo 3, o “nível de pressão sonora” é obtido através da fórmula 3.6. ou da fórmula análoga, 3.7. O “nível de pressão sonora”, expresso em *decibel* (dB), deve ser ponderado no tempo e em frequência através, da ponderação A, passando a denominar-se nível sonoro, para corresponder melhor à interpretação do sistema auditivo humano.

O “nível máximo” e o “nível mínimo” correspondem, respetivamente, ao valor máximo e mínimo de pressão sonora, ponderado num tempo e em frequência, para um dado intervalo de tempo, expressando-se também em *decibel* (dB).

O “nível percentil”, também ele já abordado no capítulo 3, é o nível excedido em N por cento do tempo, o que corresponde a um parâmetro estatístico associado a um percentil de densidade de probabilidades. L_N representa o nível que, num dado intervalo de tempo é excedido em N% da duração temporal desse intervalo.

Neste trabalho são abordados os parâmetros estatísticos L_{A10} , L_{A50} e L_{A90} que representam o nível sonoro (dB) excedido em 10, 50 e 90% do tempo de medição, respetivamente. Estes valores representam também o nível de ruído de ponta (L_{A10}), o nível de ruído mediano (L_{A50}) e o nível ruído de fundo (L_{A90}).

O “nível de pressão sonora de pico” (4.1.), corresponde ao valor máximo instantâneo do nível de pressão sonora num dado intervalo de tempo, ponderado em frequência normalizada ou numa determinada banda de frequências, expresso em dB [60].

$$L_{peak} = 10 \log \left(\frac{p_{peak}}{p_0} \right)^2 \quad (4.1)$$

O “nível de exposição sonora”, cuja unidade é também o *decibel* (dB) (4.2.), ou *Sound Exposure Level* (SEL) traduz-se por:

$$L_E = 10 \log \left(\frac{E}{E_0} \right) \quad (4.2.)$$

Onde

$$E = \int_T p^2(t) dt \quad (4.4.)$$

O “nível de pressão sonora contínuo equivalente”, já abordado no capítulo 3, traduz-se pela expressão 3.15. e é expresso em *decibel* (dB).

Os “níveis de avaliação” são relativos a todo o nível sonoro, seja ele calculado ou medido, que tenha sido corrigido. Estes podem-se obter pela adição de correções aos níveis medidos ou previstos, de forma a respeitar certas características particulares do ruído como a tonalidade ou a impulsividade.

Em áreas naturais torna-se ainda necessário a determinação do parâmetro L_{nat} . O parâmetro L_{A50} , ou a mediana, representa o valor médio do ruído de fundo durante o intervalo de medição, o que inclui todos os sons (tanto de origem antropogénica como de origem natural). O NPS chama-lhe “Nível de ambiente sonoro existente” e a mediana é preferida à média por não ser tão afetada por eventos singulares e invulgares e porque se sabe a probabilidade daquele valor ser excedido (50%).

O parâmetro L_{nat} é uma estimativa do valor que teria a mediana na ausência de ruído antropogénico. Para o seu cálculo, o método do NPS não remove apenas todos os intervalos em que o ruído é audível uma vez que existem situações, como em locais ventosos, em que os períodos mais calmos são também os únicos períodos em que são audíveis eventos sonoros. Este método poderia levar a situações em que adicionar ruído iria baixar o nível mediano (L_{nat} a exceder L_{A50}). O método adotado

estima L_{nat} removendo a percentagem p dos ruídos mais intensos, com p correspondente à percentagem de tempo em que o ruído antropogénico é escutado, calculando depois a mediana com os restantes valores de nível de pressão sonora medidos. O cálculo identifica assim um nível de excedência, ou um percentil, que corresponderia à mediana na ausência de ruído (\approx ao valor de L_{A50} na ausência de ruído). Algebricamente pode ser calculado pela expressão 4.5.

$$N = \frac{100-p}{2} + p \quad (4.5.)$$

Assim, por exemplo, para uma medição onde em 70% do tempo tenham sido registados ruídos de origem antropogénica, $N = \frac{(100-70)}{2} + 70 = 85$, pelo que o valor de L_{nat} corresponderia ao valor numérico de L_{A85} , expresso em dB. Este método não deve ser no entanto aplicado na presença de eventos sonoros naturais muito ruidosos, como trovões [61].

Neste estudo os parâmetros medidos foram o nível de pressão sonora contínuo equivalente (L_{Aeq}), previsto na legislação e os parâmetros L_{nat} , L_{AFmin} , L_{AFmax} , L_{A10} , L_{A50} , L_{A90} para comparação com estudos anteriores realizados noutros países.

4.3. EQUIPAMENTOS

4.3.1. SONÓMETROS

Os sonómetros, instrumento de medida de níveis de pressão sonora, podem ser classificados em quatro classes ou tipos de exactidão, que variam de acordo com a utilização pretendida [58]:

- Tipo 0: padrões de referência de laboratório;
- Tipo 1: estudo em laboratório ou em campo quando o ambiente acústico é controlado;
- Tipo 2: aplicação geral;
- Tipo 3: medições preliminares com muito baixa exactidão.

Os sonómetros são constituídos normalmente por [52] [62]:

- Transdutor (microfone);
- Unidade de processamento de sinal (filtros de ponderação);
- Secção de análise de sinal (circuito electrónico integrador);
- Unidade de leitura (mostrador).

Este instrumento de medida é extremamente comum e indispensável para a verificação do cumprimento das normas e regulamentos previstos na legislação nacional relativamente ao ruído ambiente.

O aparelho usado no presente estudo insere-se na gama de sonómetros disponíveis pela empresa *Brüel & Kjær* (figura 4.1.).



Figura 4.1. – Gama de sonómetros da empresa *Brüel & Kjær* [63]

Na figura 4.2. é apresentado um exemplo de diagrama de um sonómetro, que inclui circuitos de ponderação em frequência ligados, funcionando em modo *fast*.

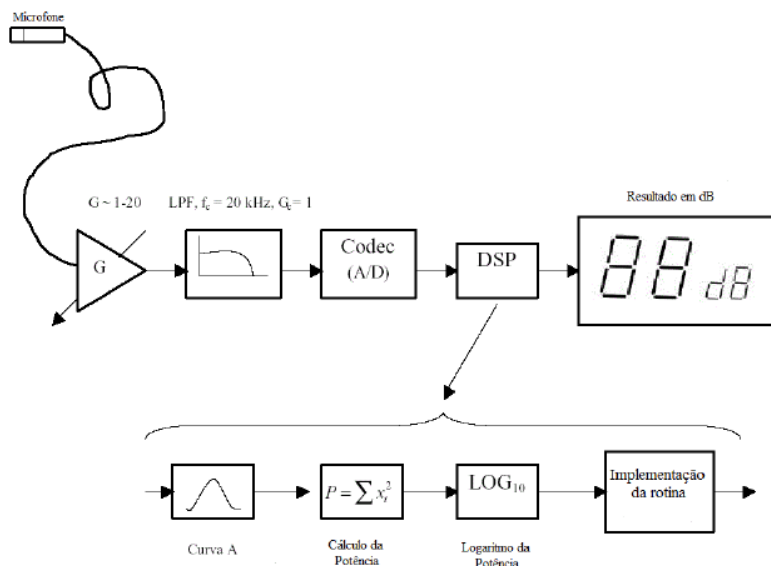


Figura 4.2.- Diagrama do funcionamento típico de um sonómetro [64].

4.3.2. TRANSDUTORES

4.3.2.1. Microfone

O microfone serve normalmente como transdutor, convertendo a variação de pressão sonora num sinal elétrico. Este deverá garantir a exatidão e repetibilidade da medição pretendida, em particular no que diz respeito à resposta em frequência, gama dinâmica, directividade e estabilidade. Devem ser tidos em atenção também todos os fatores que condicionam a propagação do som (como a velocidade do vento), estabelecendo limites de utilização e evitando assim a adulteração dos valores.

O microfone mais utilizado e apropriado é o microfone condensador. No entanto, os microfones podem adquirir diferentes formas e dimensões, sendo possível encontrar microfones com diâmetros de 1, 1/2, 1/4 e 1/8 polegada (25, 13, 6 e 3 mm, respectivamente) que podem ser fatores importantes na

escolha do tipo de microfone a utilizar sendo apesar de tudo a resposta em frequência e sensibilidade, a gama dinâmica de funcionamento e as características direcionais, geralmente, as características mais relevantes na escolha do microfone [62].

Para um determinado campo sonoro, a propagação das ondas sonoras é perturbada pela presença do microfone. Para compensar estas perturbações, existem para os diferentes campos sonoros três subdivisões de microfones [62]:

- Microfones de pressão, construídos para que a sua resposta em pressão seja plana ao longo da frequência;
- Microfones para campo de incidência aleatória, construídos para medições em campos reverberantes;
- Microfones de campo livre, construídos para que a sua resposta em frequência seja plana para a incidência de 0°.

4.3.2.2. Calibrador sonoro

No início e no final de cada série de medições é fundamental a verificação dos equipamentos medidores de níveis sonoros, o que permite um ajuste da sensibilidade dos sonómetros.

Para tal são utilizados os calibradores sonoros (figura 4.3.), pequenas fontes sonoras construídas de modo a produzirem um nível de pressão sonora determinado para uma frequência específica, sendo associados aos microfones. É possível ajustar o nível de pressão sonora gerado pelo calibrador relativamente a parâmetros ambientais e à configuração do microfone, podendo ainda ser associado a microfones de diferentes dimensões. Pode ser utilizado em diferentes campos como nos laboratórios metrológicos e nas medições acústicas mais comuns (medição de ruído ambiente, verificação da presença de incomodidade, entre outros).



Figura 4.3. - Calibrador sonoro [65]

4.3.3. FILTROS E PONDERAÇÃO EM FREQUÊNCIA

Conforme foi referido anteriormente, no capítulo 3, é necessário uma adaptação do sinal captado pelo microfone de forma ao corresponder à interpretação do ouvido humano. Esta adaptação é feita através de filtros ou curvas de ponderação.

Os filtros usados nas análises vêm já incluídos nos circuitos eletrónicos dos equipamentos, não havendo possibilidade de os destacar [36]. Na generalidade, são circuitos que transmitem a parte do

signal de entrada que se encontra dentro da sua banda passante e atenua completamente todas as componentes em outra qualquer frequência. Este filtro chama-se “passa banda” e é o filtro mais usado [66].

A análise em bandas de frequência, de 1/1 oitava ou 1/3 oitava ou inferior, pode ser realizada através de um filtro com frequência central ajustável, ou por bancos de filtros com banda passante contígua [57].

4.3.4. DETECTOR

O detector é um circuito que permite extrair ao sinal a informação com interesse, isto é, o seu valor eficaz (detector *RMS*) ou o valor do sinal instantâneo mais elevado (detector de pico).

O valor eficaz de um sinal sonoro é dado pela expressão:

$$P_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T p^2(t) dt} \quad (4.6.)$$

O detector utiliza uma média no tempo, designada por “média exponencial” ou RC, para definir os limites do sinal. Os sonómetros mais usados fornecem médias temporais com constantes de tempo iguais a 125 ms (designada por *fast* (F)), 1 s (designada por *slow* (S)), ou com uma constante de tempo de subida de 35 ms, seguida por um detector de pico com 1,5 s de tempo de decaimento (designada por *impulse* (I)). O modo *fast* acompanha melhor as flutuações dos níveis sonoros que a constante *slow*. O modo *slow* permite a estimativa do nível sonoro médio, ou aplica-se quando existem flutuações muito rápidas que a constante de tempo *fast* não consegue acompanhar convenientemente. O *impulse* adequa-se à medição de ruídos impulsivos [62].

Nos sonómetros integradores, a média temporal é calculada a partir da média exponencial do quadrado da pressão, que é armazenada e posteriormente, após um período definido pelo utilizador, é calculada a integração.

Esta integração permite obter o nível de pressão sonora contínuo equivalente, ponderado A, bem como o nível de exposição sonora, ponderado A.

4.4. METODOLOGIA E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NOS LOCAIS DE ESTUDO

4.4.1. EQUIPAMENTO

Para o estudo *in situ* da paisagem sonora nas áreas naturais definidas foi utilizado o seguinte equipamento:

- Sonómetro da *Brüel & Kjær*, modelo 2236, classe 1, com microfone condensador tipo 4188 para campo livre de ½ polegada com protecção para o vento (figura 4.4.);
- Tripé de fixação portátil *Gitzo*, com cabeça *Brüel & Kjaer*, para posicionamento estático do sonómetro a uma altura fixa entre 1,2 e 1,5 m de altura do solo (figura 4.5.).
- Termo-higrómetro Anemómetro Wm HTA 4200 (figura 4.6.);
- GPS *Legend HCx* da *Garmin*;
- Cronómetro digital *Triax Mobius* da *Nike*.



Figura 4.4.- Sonómetro da *Brüel & Kjær*, modelo 2236, classe 1, com microfone e proteção [Fotografia do autor]



Figura 4.5. – Sonómetro e tripé aparelhados durante medição [Fotografia do autor]



Figura 4.6. – Termo-higrómetro Anemómetro a ser utilizado por um colaborador [Fotografia do autor]

O material utilizado foi gentilmente cedido pelo Laboratório de Acústica da FEUP, com a excepção do GPS, que foi gentilmente cedido por terceiros, e o cronómetro digital.

4.4.2. PARÂMETROS DE ANÁLISE

Para este estudo, as medições foram realizadas utilizando a constante de tempo em modo *fast* medindo-se os seguintes parâmetros de análise nos vários locais: L_{Aeq} , L_{A10} , L_{A50} , L_{A90} , L_{Amin} e L_{Amax} . Posteriormente foi calculado o valor de L_{nat}

4.4.3. Procedimento

O procedimento para as medições foi o seguinte:

- Foram tidas em consideração as condições meteorológicas, não tendo sido realizadas medições com precipitação ou intensidades de vento superiores a 5 m/s;
- Por motivos de segurança e logística o período horário das medições foi entre as 09:00 e as 18:00h;
- Os locais foram seleccionados para caracterizar da melhor forma as diferentes características dos parques escolhidos, após encontros com funcionários e responsáveis pelos parques em estudo;
- Foram tomados intervalos de tempo de medição de entre 10 a 20 minutos, procurando obter valores representativos dos parâmetros analisados;
- No decorrer das medições, foram registados, numa folha de campo (ANEXO I) os acontecimentos sonoros que de alguma forma influenciaram os valores dos parâmetros registados (p. ex., passagem de avião, automóveis, entre outros), com o auxílio de um cronómetro foi registado a duração dos ruídos de origem antropogénica e foram registadas as coordenadas através do GPS;

- Foi considerado ruído antropogénico apenas o ruído diretamente provocado pelo homem, como a condução de veículos ou vozes, tendo sido excluído dessa categoria ruídos como os provocados pelos sinos colocados no pescoço dos rebanhos ou provocado por animais de estimação, como cães;
- Para cada medição foi escolhido um local onde o sonómetro não impedisse a circulação de visitantes e estivesse a, pelo menos, 3,5 m de distância de potenciais superfícies refletoras como grandes superfícies rochosas;
- Em cada medição, o sonómetro foi estabilizado e posicionado entre 1,2 a 1,5 m de altura do solo, utilizando o tripé, altitude aproximada a que era medida a velocidade do vento;
- Durante as medições foi feito um registo fotográfico do local analisado para futura memória e descrição;
- As medições decorreram entre os dias 28 de Novembro de 2012 e 8 de Dezembro de 2012, tendo sido ainda realizada uma medição complementar dia 28 de Janeiro de 2013.

5

LOCAIS

5.1. PARQUE NACIONAL DA PENEDA E GERÊS

5.1.1. HISTÓRIA E DESCRIÇÃO DO LOCAL

O Parque Nacional da Pene-Gerês (PNPG) (figura 5.1.) foi a primeira área protegida em Portugal, tendo sido criado em 1971, segundo o Decreto-Lei nº 187/71 [67], sendo igualmente reconhecido como Parque Nacional, pela União Internacional para a Conservação da Natureza. Segundo esta instituição, “Um Parque Natural é um território relativamente extenso que apresenta um ou mais ecossistemas pouco ou nada transformados pela exploração ou ocupação humanas, oferecendo um especial interesse do ponto de vista científico, educativo e recreativo” no qual “A mais alta autoridade do País tomou medidas para proteger os valores nele contidos prevenindo ou eliminando a exploração ou ocupação das áreas que justificaram a sua criação” que permite “a entrada a visitantes, com restrições, por motivos recreacionais, inspiracionais, culturais e educativos” com uma área superior a “1 000 hectares com precedência de proteção da natureza”, devendo ter “proteção por estatutos legais”, “Orçamento e uma equipa suficiente para assegurar uma proteção efetiva” e onde esteja “proibida a exploração de recursos naturais”. O PNPG, abrangendo uma área com cerca de 72 000 hectares de área montanhosa, foi criado para permitir o acesso “às vastas possibilidades do turismo, mas mantendo-se uma rede de reservas ecológicas de alto interesse científico, tanto nacional como internacional”. Estende-se ao longo de 100 km de fronteira e abarca os distritos de Viana do Castelo (concelhos de Melgaço, Arcos de Valdevez e Ponte da Barca), Vila Real (Concelho de Montalegre) e Braga (concelho de Terras de Bouro). Para que pudesse cumprir esses requerimentos, o parque foi dividido em duas áreas, uma mais periférica (área rural, de ocupação humana onde existem pequenas povoações serranas bem como vestígios arqueológicos) e outra de área natural, efetivamente a área “protegida” [68].

A ocupação humana do território hoje demarcado como Parque Nacional remonta de há pelo menos cinco mil anos, altura em que as montanhas abrigavam já inúmeras comunidades agro-pastoris. Dessas comunidades restam-nos ainda monumentos megalíticos como as antas (monumentos funerários que quando cobertos se denominam mamoaas) que podem ser encontrados no planalto de Castro Laboreiro, na portela do Mezio (figura 5.2.), nas chãs da Serra Amarela ou nos altos frios da Mourela. Vestígios da arte destes povos podem ainda ser encontrados em locais como o santuário rupestre de Gião ou no Penedo do Encanto da Bouça do Colado, em Parada [68].

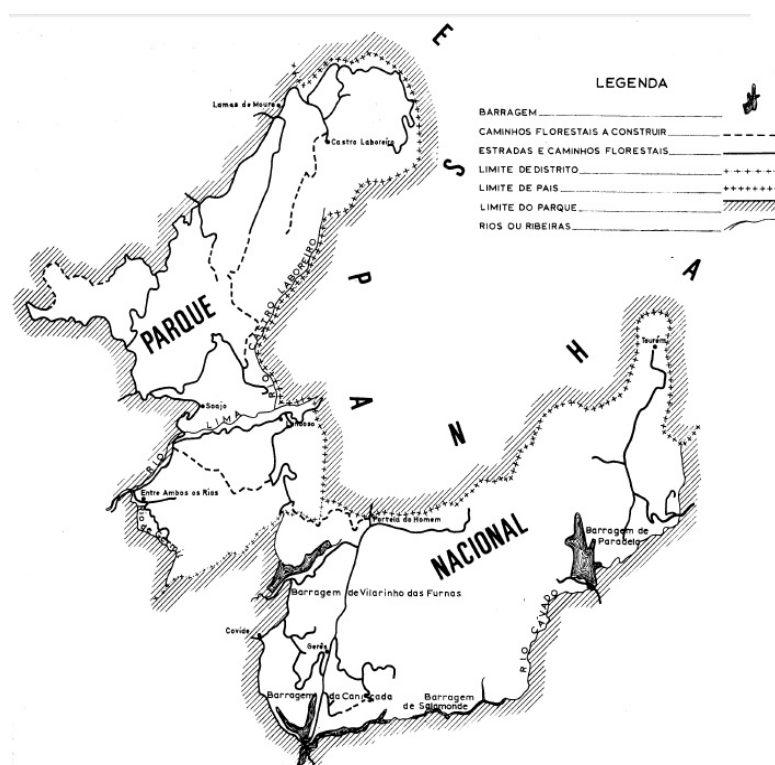


Figura 5.1. – Área do Parque Nacional da Peneda e Gerês, em 1971 [adaptado de 67]

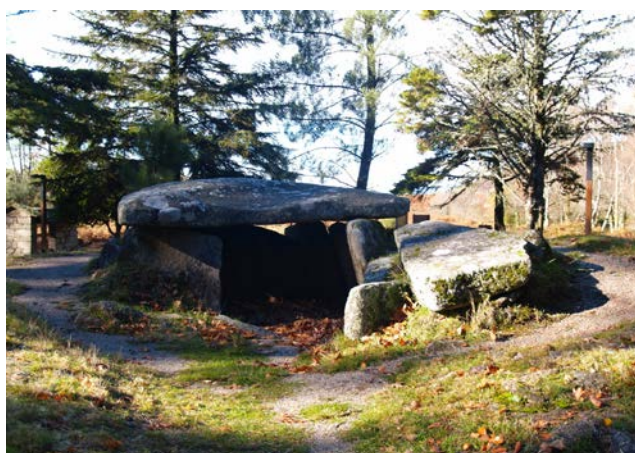


Figura 5.2. – Anta em Portela do Mezio [fotografia do autor]

Posteriormente, por volta de 800 a.C., período denominado por Idade do Ferro, estes povos, os Calaicos, tendem a fixar-se em povoados fortificados, castros, geralmente situados no cume de outeiros ou em esporões a meia encosta. A cultura castreja foi, até à chegada dos romanos, o mais importante marco na paisagem da Península Ibérica como são exemplo disso o Castro de Outeiro (figura 5.3.) ou o Castro de Donões [68].



Figura 5.3. – Castro de Outeiro [69]

Decorria o ano de 173 a.C. quando as legiões romanas alcançam o noroeste da Hispania. Cerca de 138 a.C. o general Décio Júnio Bruto ocupa os territórios entre Douro e Minho sendo no entanto necessário mais de um século para que os povos Calaicos, reconhecidos pela sua coragem e bravura e contando com as defesas proporcionados pelas muralhas dos seus castros e pela própria montanha, fossem pacificados. A romanização de toda esta área, posteriormente denominada como *Conventus Bracaraugustano* tem como expoente máximo a Geira romana (figura 5.4.), via 18 do itinerário de Antonino, que ligava *Bracara Augusta* a *Asturica Augusta* (actualmente, Braga e Astorga) e cujo itinerário ainda hoje apresenta um bom estado de conservação pontilhado pelos seus miliários epigrafados (figura 5.5.).



Figura 5.4. O trajeto da Geira Romana, ligando Braga a Astorga [70]



Figura 5.5. Detalhe do marco miliário XXIX da Geira Romana [71]

Na época medieval, acentua-se novamente o isolamento das comunidades propulsionado pela ligação das gentes à sua terra, um desejo de autossuficiência e a afinidade territorial limitada à linha do

horizonte. Este facto explica a nova organização do território, baseada em paróquias/freguesias, mosteiros, como em Pitões das Júnias (figura 5.6.), ou de castelos como é o caso de Castro Laboreiro ou Lindoso (figura 5.7.).



Figura 5.6. – Mosteiro de Santa Maria das Júnias [72]



Figura 5.7. Castelo do Lindoso [fotografia do autor]

Estas pequenas e remotas povoações, isoladas umas das outras, desde sempre foram autossuficientes recorrendo à atividade agro-pecuária como modo de subsistência, apesar das condições bastante adversas. Trata-se de um agricultura de minifúndio, assente principalmente em culturas cerealíferas como o milho ou o centeio e na produção da batata, do feijão e de diversos produtos hortícolas complementada com a pastorícia, com predominância das espécies autóctones (raças barrosa e cachena nos bovinos, cabra-bravia nos caprinos e ovelha-bordaleira nos ovinos), a apicultura e o artesanato alimentar, como o fumeiro. Para além destas, as atividades tradicionais como a tecelagem e a cestaria, apesar das dificuldades em resistir face aos produtos da era industrial continua a ser uma forma de rendimento para os (já) poucos artesãos que se dedicam a esta arte, cada vez mais decorativa do que prática.

Apesar de serem áreas não cultivadas, os terrenos baldios (terras incultas, mantidas e geridas em conjunto pelas comunidades locais) são de uma grande importância. É a estes que as populações vão buscar os bens essenciais ao processo produtivo e vida quotidiana como a lenha, a madeira e o mato para a cama dos animais, posteriormente utilizado como fertilizante. Resulta também da exploração florestal dos baldios (na sua grande maioria em conjunto com o PNPG) que resulta uma importante receita para as Juntas de Freguesia e Assembleia de Compartes.

Mais recentemente, o sector da construção civil e das obras públicas e, por arrasto, o do comércio, restauração e hoteleiro têm vindo a ganhar preponderância, surgindo atualmente como uma alternativa para as comunidades locais.

No entanto, o caminho para grande parte da população passou pelo êxodo para os principais centros urbanos, êxodo esse que embora já não tão acentuado deixou fortes marcas nas comunidades serranas: uma população envelhecida e maioritariamente feminina que continua a resistir ao tempo, preservando a sua identidade e a ligação à terra e aos animais lembrando tempos antigos [68].

Ainda hoje é possível encontrar vestígios desses tempos imemoriais de comunidade com estruturas como, fornos comunitários, moinhos, espigueiros (estruturas graníticas de armazenamento que se encontram elevadas para evitar os roedores e permitir a secagem do cereal) (figura 5.8.) ou ainda carros de bois e rebanhos comunitários [73].



Figura 5.8. – Espigueiro na região do Lindoso [74]

Do lado natural do parque ressalva-se a sua diversidade altimétrica, com altitudes que chegam aos 1545 m e uma grande quantidade de vales e corgas que dão origem a um rede hidrográfica de grande densidade com um conjunto de afluentes e subafluentes e que tem nos rios mais importantes Minho, Lima, Cávado e Homem, uma forma de compartimentação do maciço granítico, permitindo uma individualização das diferentes serras: Serra da Peneda definida pelos rios Minho e Lima, a Serra Amarela pelos rios Lima e Homem e a serra do Gerês, definida pelos rios Homem e Cávado. A área do PNPG tem uma temperatura média anual de 13 °C com grandes amplitudes térmicas, com as temperaturas mais elevadas a ocorrerem entre Julho e Setembro e a mais baixas entre Dezembro e Fevereiro. A região é constituída por uma grande variedade de microclimas (influenciado pelos climas atlântico, continental e mediterrânico) que dependem da altitude e zona correspondentes ao local: No interior dá-se uma continentalização do clima, com uma diminuição das precipitações e aumento das amplitudes térmicas diárias e nas regiões mais elevadas dá-se o aumento das precipitações e uma diminuição das temperaturas. Estas variações refletem-se numa flora que vai da mediterrânica e subtropical, nas zonas mais quentes onde se encontram o sobreiro, medronheiro, o feto-do-gerês, entre outros, a espécies euro-siberianas, nas zonas regidas pelo clima atlântico, em altitudes superiores a 900 metros onde é possível encontrar o carvalho negral, entre os 800 e os 1000 metros é possível encontrar o carvalho comum e o azevinheiro. O pinheiro de casquinha e o teixo podem ser encontrados em vales mais húmidos e glaciares. Existem ainda espécies como o zimbro e a erva divina, exemplos de espécies alpinas. Um destaque especial para o lírio-do-gerês, uma espécie que apenas se encontra numa pequena região do Parque da Peneda-Gerês. A nível geológico a região é essencialmente granítica, com pequenas faixas xistosas e inúmeros filões de quartzo, pegmatites graníticas e dolerites assim como a presença de depósitos de origem glacial (moreias e blocos erráticos). É uma região com várias falhas nas formações rochosas, o que permite a existência de águas termais e onde são visíveis os efeitos da glaciação, através de fenómenos como circos glaciares, moreias ou rochas aborregadas, visíveis dos pontos mais elevados da serra.[68]

A fauna, apesar de se lamentar a extinção do urso pardo e da cabra-do-gerês nos séculos XVII e XIX, respetivamente, é extremamente rica e diversificada com espécies únicas (foram já registadas duzentas e trinta e cinco espécies de vertebrados, duzentas e quatro das quais protegidas ao nível nacional e internacional) como o garrano selvagem, cavalo luso-galiziano, que durante muitos anos serviu de transporte e auxiliar nas atividades agrícolas pela sua robustez e adaptabilidade à serra mas que agora

se movimentam livremente pelas serras do parque. Encontram-se ainda mamíferos como o corço, o javali, o lobo, a raposa, a lontra, o toirão, o texugo, etc., répteis como a víbora-negra (cuja caça é bastante significativa na cultura local), a cobra-d'água, a cobra d'água-viperina, cobra-de-focinho-alto, etc. ou répteis como a salamandra, o quioglossa, o tritão alaranjado, o sapo-parteiro, etc. Na avifauna, aves de rapina como a águia-real, a águia-calçada, a águia-de-asa-redonda e o açor habitam as zonas mais altas, encontrando-se ainda outras espécies como o milhafre-real, o peneireiro, o mocho-de-orelhas-pequenas, a coruja-dos-matos e muitas outras espécies que nidificam ou passam épocas migratórias no parque. Há ainda dois exemplares símbolo da região, o boi barrosão (figura 5.9.), conhecido pela capacidade de trabalho e qualidade da carne e o cão de Castro Laboreiro (figura 5.10.), um cão pastor de enorme coragem e bravura na defesa dos rebanhos contra lobos e raposas e de uma lealdade extrema para com o rebanho e o pastor [68] [73].



Figura 5.9. – Boi barrosão [fotografia do autor]



Figura 5.10. – O cão de Castro Laboreiro [75]

5.1.2. PONTOS DE MEDIÇÃO

Na impossibilidade de medir a totalidade do parque e na ausência de uma metodologia estandardizada sobre medições acústicas em áreas naturais tornou-se fundamental medir pontos que fossem representativos das distintas áreas do parque.

Para uma melhor seleção dos locais de medição foram realizados contactos com o pessoal do parque tanto na sede do PNPG, em Braga, como em várias Portas do parque, de forma a inquirir pessoas que lidam com maior proximidade com a área em estudo.

Para uma maior facilidade no tratamento e análise dos dados, bem como por facilidade logística, a área afeta ao PNPG foi dividido em quatro áreas, correspondentes às quatro serras pertencentes aos terrenos do parque: “Serra da Peneda”, “Serra do Soajo”, “Serra Amarela” e “Serra do Gerês”.

Em seguida apresenta-se uma listagem dos locais, com uma descrição dos mesmos.

5.1.2.1 Serra da Peneda

A serra da Peneda é a quinta maior elevação de Portugal Continental, com uma altitude máxima de 1416 metros, no monte da Pedrada. Estende-se entre Lamas de Mouro, a norte, até Mistura das Águas, a sul. [76]

No quadro 5.1. e na figura 5.11. encontram-se assinalados e listados os pontos que foram medidos na Serra da Peneda no âmbito deste trabalho. Todos os pontos foram georreferenciados com coordenadas geográficas usando um sistema, onde cada grau é dividido em 60 minutos, que por sua vez são divididos decimalmente [77].

Quadro 5.1. Pontos de medição na Serra da Peneda (PNPG)

Ponto	Nome do Local	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Figura
1	Castelo de Castro Laboreiro	42°01.388'	008°09.500'	998	5.12. e 5.13.
2	Centro de Castro Laboreiro	42°01.816'	008°09.505'	951	5.14.
3	Mata de Fieiras	42°00.385'	008°12.450'	856	5.15.
4	Aldeia da Peneda	41°58.507'	008°13.387'	673	5.16.
5	Lagoa da Peneda	41°59.260'	008°14.202'	1212	5.17. e 5.18.
6	Porta - Lamas de Mouro	42°02.340'	008°14.755'	876	5.19.

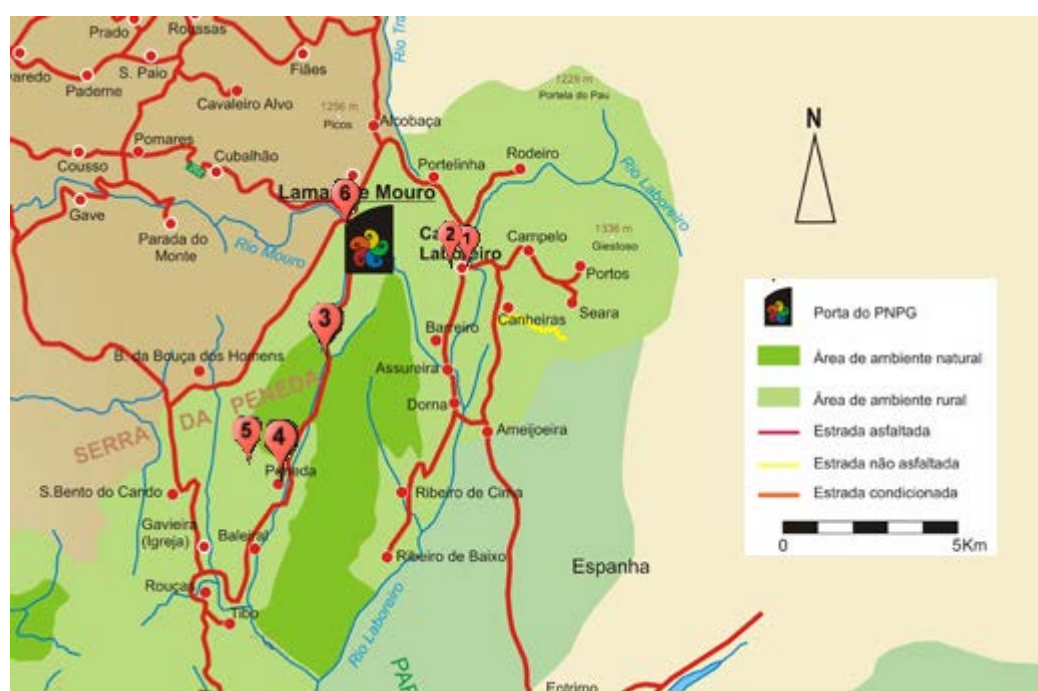


Figura 5.11. – Pontos de medição na Serra da Peneda (PNPG) [adaptado de 78]

O ponto 1. foi medido no castelo de Castro Laboreiro (figuras 5.12. e 5.13). Apesar da época de construção não ser conhecida, dados apontam a sua origem ao século IX quando Afonso III das Astúrias dá a povoação de Castro Laboreiro e respetivo castro ao Conde D. Hermenegildo como prémio por ter vencido o revoltoso Witiza. É nesta altura que o castro é adaptado a castelo, caindo posteriormente no controlo dos mouros [79].

Posteriormente, em 1141, o castelo é reconquistado por D. Afonso Henriques mas desconhecem-se as alterações que este ali promoveu. Apenas as obras efetuadas no reinado de D. Dinis e que conferiram

ao castelo, então em ruínas, o aspeto geral que conhecemos hoje, chegaram aos nossos dias. O Castelo sofreu obras de restauro, que se limitaram a atuações de consolidação e reforço estrutural por volta de 1979 [80].

Situado a cerca de mil metros de altitude e perto do maior foco populacional da Serra da Peneda (Castro Laboreiro), é um ponto importante para avaliar a influência da pressão urbanística exercida pela povoação localizada a uma cota inferior e como termo de comparação entre pontos de cotas elevadas.



Figura 5.12. – Local de medição do ponto 1: Castelo de Castro Laboreiro (PNPG) [Fotografia do autor]



Figura 5.13. - Pormenor das medições realizadas no Castelo de Castro Laboreiro (PNPG) [Fotografia do Autor]

A aldeia de Castro Laboreiro (Figura 5.14.), ponto 2., está situada no planalto com o mesmo nome, uma extensa área do PNPG. O seu nome deriva das palavras *Castrum*, ou castro, e do latim *Lepus*, lebre e é descrito pelo Padre Aníbal Rodrigues, num estudo sobre os dólmenes de Castro Laboreiro desta forma [81]:

“Constitui uma região de extraordinária beleza, onde os seus vales amenos, os planaltos extensos e a serra agreste se harmonizam maravilhosamente, dando à paisagem cambiantes de rara e grandeza. Banhada pelas águas cristalinas do rio Laboreiro e embalada pelas maviosas canções da sua própria corrente, é uma região bela, cheia de microclimas, desde a terra fria que produz apenas batata, centeio e pastagens, até à parte quente e ribeirinha, em que se cultiva toda a espécie de cereais, fruta e vinhos.”

Ainda que muito transformada e modernizada, a aldeia mantém ainda muito do seu encanto ancestral como são exemplo a Igreja Matriz de Santa Maria da Visitação (século IX) e o pelourinho manuelino

(século XVI). Da aldeia primitiva, cobertas de colmo e giestas sobram ainda um punhado de casas mas é o betão que domina agora nos edifícios [82]. Este ponto de medição pretende caracterizar um dos locais mais povoados da região.



Figura 5.14. – Local de medição do ponto 2: Aldeia de Castro Laboreiro (PNPG) [Fotografia do autor]

O ponto 3., situado na Mata de Tieiras (figura 5.15), é um ponto interessante porque embora se situe numa mata e longe de aglomerados habitacionais, é atravessada por uma das únicas vias de ligação entre a Serra da Peneda e a restantes serra do PNPG ligando Lamas de Mouro à aldeia da Peneda. Trata-se de um ponto situado no meio do arvoredo com uma estrada relativamente próxima e também com cursos de água por perto.



Figura 5.15. – Local de medição do ponto 3: Mata de Tieiras (PNPG) [Fotografia do autor]

A aldeia da Peneda, ponto 4 (figura 5.16.), é outro ponto de grande pressão urbanística. Tendo crescido à sombra do culto a Nossa Senhora da Peneda cujo impressionante santuário se destaca da

paisagem da aldeia, a aldeia da Peneda encontrou no turismo religioso um complemento às atividades agropecuárias do dia-a-dia, tendo sido convertido em hotel o antigo albergue para peregrinos. Construído entre finais do século XVIII e meados do século XIX [83], é ainda hoje um local de grande afluência e peregrinação sendo que a romaria realizada entre 1 e 8 de Setembro continua a arrastar milhares de pessoas de todo o país, em especial do Minho e da Galiza [84]. Este ponto de medição situa-se perto do centro da população, caracterizando um local urbanizado situado num vale e perto de um curso de água.



Figura 5.16. Local de medição do ponto 4: Aldeia da Peneda (PNPG) [Fotografia do autor]

O Pantano (figura 5.17.), ponto 5., também conhecido como a Lagoa da Peneda, situa-se a mais de mil metros de altitude. Antigamente era uma “mini-barragem” que fornecia energia eléctrica ao Lugar da Peneda mas, hoje em dia é apenas utilizado por muitos animais que fazem das suas margens um lugar de pasto. É também um local muito visitado pelos turistas pelo seu isolamento (uma sinuosa caminhada de cerca de quarenta e cinco minutos) e beleza. O grande penedo (figura 5.17) que domina o Pântano tem também uma história curiosa: reza a lenda que, as mulheres que com a mão esquerda conseguissem colocar uma pedra no cimo do penedo casariam no ano seguinte, motivo pelo qual, ainda hoje, muitas mulheres se deslocam até ao local [84].



Figura 5.17. – Local de medição do ponto 5: Lagoa da Peneda (PNPG) [Fotografia do autor]



Figura 5.18. – Penedo da lagoa da Peneda (PNPG) [Fotografia do autor]

As “portas” são estruturas criadas para dar apoio aos visitantes do parque. No total são cinco, tantas quantos os municípios que integram a área do PNPG e surgem com o intuito de orientar e informar os visitantes cujas visitas, até então, era feitas de forma aleatória e anárquica [85]. Cada porta está relacionada com as características onde se insere [86].

O ponto 6. localiza-se precisamente na primeira destas portas que abriu ao público, a porta de Lamas de Mouro, Melgaço, inaugurada em Maio de 2004 (figura 5.19.). Com uma área de cerca de dez hectares e com três edifícios de apoio, o tema desta porta é o “Ordenamento do Território” [87]. É um ponto de medição importante dado que se situa na fronteira do parque, o que permitirá o estudo do impacto do ruído gerado fora do parque para a paisagem acústica que se verifica dentro deste.



Figura 5.19. – Local de medição do Ponto 6: Porta de Lamas de Mouro (PNPG) [88]

5.1.2.2 Serra do Soajo

Elevando-se a 1416 metros de altitude, a Serra do Soajo é a sétima maior elevação de Portugal Continental. Abrange os concelhos de Arcos de Valdevez, Melgaço e Monção tendo herdado o nome de uma vila milenar – o Soajo [89].

No quadro 5.2. e na figura 5.20 encontram-se listados e assinalados os pontos medidos na Serra do Soajo.

Quadro 5.2. Pontos de medição na Serra do Soajo (PNPG)

Ponto	Local	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Figura
7	Porta – Mezio	41°53.087'	008°18.816'	633	5.21.
8	Mamoas do Mezio	41°52.781'	008°18.780'	629	5.22.
9	Mata do Mezio	41°53.431'	008°18.819'	673	5.23.

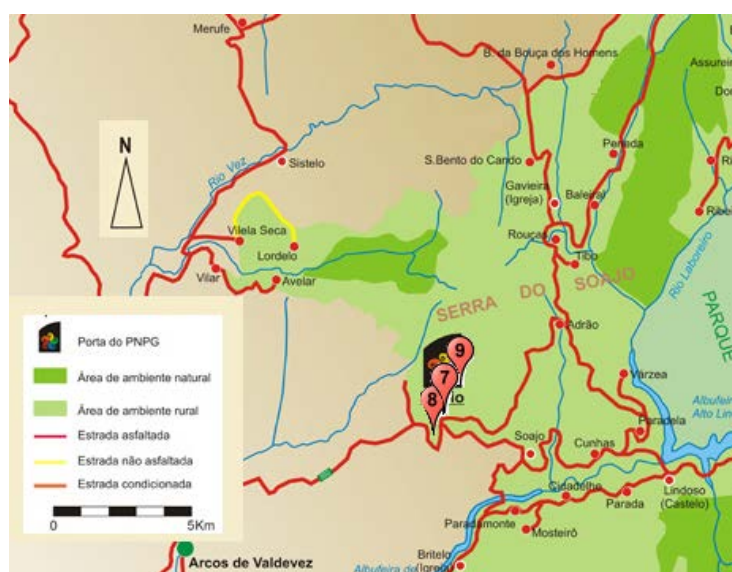


Figura 5.20. – Pontos de medição na Serra do Soajo (PNPG) [adaptado de 78]

A porta do Mezio, ponto 7 (figura 5.21.), tem como tema a “Conservação da Natureza” e é composto por cinco edifícios. Inaugurada em Setembro de 2009 [90], recebe principalmente o fluxo de visitantes provenientes de Arcos de Valdevez. É um ponto de medição importante dado que se situa na fronteira do parque, o que permitirá o estudo do impacte do ruído gerado fora do parque para a paisagem acústica que se verifica dentro deste.



Figura 5.21. Local de medição do ponto 7: Porta do Mezio (PNPG) [Fotografia do autor]

Enquadradas no Núcleo Megalítico Pré-histórico do Mezio, as mamoaas foram na sua maioria construídas entre meados do V e III milénio a.C., período denominado por Idade do Cobre.

De uma forma geral uma mamoa é constituída por uma anta, construção megalítica composta por esteios verticais e uma tampa horizontal cujo interior constituía a câmara funerária, e cobertos de terra.

É no local das mamoaas 5, 6 e 7 que se realizaram as medições no ponto 8 (figura 5.22.). É um ponto que caracteriza um local afastado de construções e de grandes rotas viárias, e num local com pouca vegetação [91].



Figura 5.22. – Local de medição do ponto 8: Mamoaas do Mezio (PNPG) [Fotografia do autor]

A mata do Mezio, ponto 9 (figura 5.23.) faz parte do percurso interpretativo do Mezio e localiza-se num sítio longe de qualquer atividade humana ou acessos viários e rodeado de vegetação, em especial pinheiros-bravos.



Figura 5.23. – Local do ponto de medição 9: Mata do Mezio (PNPG) [Fotografia do autor]

5.1.2.3 Serra Amarela

A Serra Amarela é a nona maior elevação de Portugal Continental com uma altitude de 1363 metros. [92] Abrange as áreas de Terras de Bouro e de Ponte da Barca e deve o seu nome à sua paisagem “áspera” e “dura” (Amarelo, do Baixo-Latim hispânico *amarellus*, diminutivo do Latim *amarus*, “amargo”[93]). A pastorícia e a defesa do território foram durante muito tempo as mais importantes atividades das povoações desta terra. [94] Imagem disso mesmo são a aldeia da Ermida e o Castelo do Lindoso.

No quadro 5.3. e na figura 5.24. encontram-se listados e assinalados os pontos medidos na Serra Amarela.

Quadro 5.3. Pontos de medição na Serra Amarela (PNPG)

Ponto	Descrição	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Figura
10	Miradouro da Ermida	41°49.078'	008°15.704'	884	5.25.
11	Porta – Lindoso	41°51.639'	008°12.078'	443	5.26.
12	Vilarinho das Furnas	41°46.782'	008°11.839'	576	2.27.

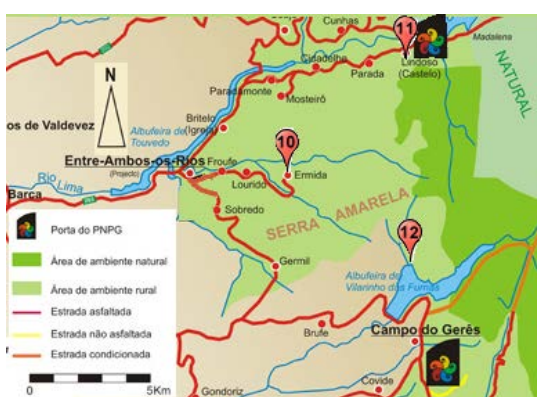


Figura 5.24. – Pontos de medição na Serra Amarela (PNPG) [adaptado de 78]

O miradouro da Ermida, onde se encontra o ponto 10. (figura 5.25) localiza-se a 884 metros de altitude e perto da aldeia da Ermida, uma aldeia de vocação pastoril de onde se pode usufruir de uma vista extraordinária sobre o vale do Cávado.

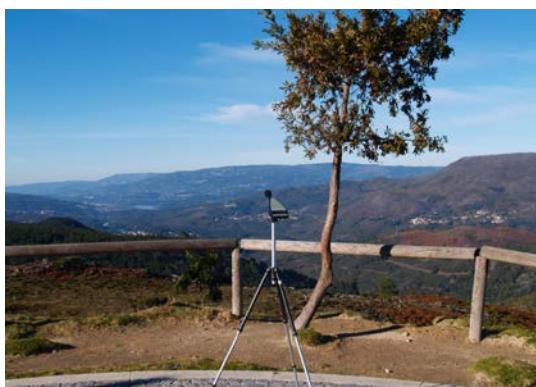


Figura 5.25. – Local de medição do ponto 10: Miradouro da Ermida (PNPG) [Fotografia do autor]

Inicialmente prevista para a freguesia de Entre-Ambos-os-Rios, a porta de Lindoso acabou por se justificar não só do ponto de vista financeiro (dado que criar um edifício de raiz nessa localidade seria muito oneroso) mas também pela característica transfronteiriça que confere ao parque pela sua localização muito perto da região espanhola da Galiza. [95] Lindoso é aliás o principal acesso de ligação entre os dois países em toda a região do parque feito através da Estrada Nacional 203. Essa proximidade faz parte da génese de Lindoso (deriva do latim *Limitosum*, limitador ou fronteira) e da sua história. A sua localização estratégica para Portugal, foi defendida pelo castelo de Lindoso mandado construir no início do século XIII por D. Afonso III. Ampliado por D. Dinis, que nele residia durante as suas caçadas no Gerês apenas teve um papel mais interventivo na guerra da Restauração. Nessa época, após uma tentativa falhada em 1657, o castelo cai nas mãos dos espanhóis em 1662 apesar da forte resistência da pequena guarnição que defendia o castelo frente a uma força invasora esmagadoramente superior numericamente. Apercebendo-se da importância e dificuldade na conquista deste ponto, os espanhóis apressam-se a rodear o castelo do sistema defensivo Vauban que de nada valeu, uma vez que o castelo é reconquistado cerca um ano depois. A última guarnição abandona o castelo em 1895, tendo o castelo caído em ruína até ser classificado como Monumento Nacional em 1932 [96].

Da povoação típica, composta por velhas casas graníticas, restam apenas uns poucos exemplares (principalmente instalações agrícolas). Junto ao castelo podemos ainda encontrar mais de cinquenta espigueiros erigidos do século XVIII ao XIX. Cada espigueiro está assente em pilares curtos encimados por mesas ou mós onde repousa o canastro, formado de balaustros separados por fendas de ventilação. Duas lajes graníticas, em ângulo obtuso e ornamentadas com cruzes protetoras e símbolos de Salomão constituem a cobertura. Estas estruturas servem fundamentalmente para permitir a secagem dos cereais, ao mesmo tempo que os protege dos animais [96].

Inaugurada em 2010 a Porta do Lindoso (figura 5.26.) tem como tema a “Água e Geologia” [97] e recebe maioritariamente o fluxo de visitantes que entra no parque vindos de território espanhol. É um ponto de medição (ponto 11.) importante dado que se situa na fronteira do parque, o que permitirá o estudo do impacto do ruído gerado fora do parque para a paisagem acústica que se verifica dentro deste, sendo que é também, a única porta que se localiza dentro de uma população, a do Lindoso.



Figura 5.26. – Local de medição do ponto 11: Porta de Lindoso (PNPG) [Fotografia do autor]

Vilarinho das Furnas (figura 5.27.), ponto 12, era uma aldeia comunitária situada na freguesia de Campo do Gerês, distrito de Braga que está submersa desde 1971 pela barragem de Vilarinho das Furnas. No entanto é ainda possível, quando o nível das águas se encontra mais baixo, ver-se as casas, os caminhos e os muros da aldeia sendo uma zona bastante visitada por turistas, especialmente no verão. Desconhece-se a antiguidade exata da aldeia, porém as primeiras referências à povoação encontram-se no Arquivo Distrital de Braga, no Tombo da Igreja de São João do Campo, datando de 1540 [98].



Figura 5.27. – Local de Medição do ponto 12: Vilarinho das Furnas (PNPG) [Fotografia do autor]

5.1.2.4 Serra do Gerês

A serra do Gerês é a segunda maior elevação de Portugal Continental, com uma altitude de 1548 metros [99]. Situa-se entre os rios Homem e Cávado e entre muitos outros atrativos a nível paisagístico, culturais, de fauna ou de flora é famosa pelas suas águas termais.

A sua beleza não passou incólume à escrita nacional. O médico José dos Santos Dias, que habitou a região entre 1811 e 1817 descreve-a da seguinte forma [100]: *“Na Província do Minho uma das mais povoadas e agricultadas do Reino de Portugal, existe a Serra do Gerês, notável pela sua grandeza, rara por suas produções, famigerada pelas suas Caldas. Esta serra estende-se na linha de Nordeste desde a freguesia de Rio Caldo (...); serra d’ organização primitiva bazada e trimenada em muitos dos seus cabeços por descarnadas, escabrosas, e alcantiladas rochas, de aspeto medonho, d’ altura enorme(...).”* enquanto que Tude de Sousa refere [100] que *“De estrangeiros e nacionais, todos quantos por turistas ou por intuitos científicos excursionaram no Gerês, são unânimes no coro levantado em honra das belezas da serra, firmada, além da estrutura, elevação e conformação especial de seus montes, na excelsa vegetação da sua flora e nas hilariantes canções das suas águas”*. Tude de Sousa relata ainda que *“O Gerês é seguramente uma das regiões de mais pitoresco de Portugal, retalho do Minho, onde o imprevisto se sucede a cada momento, dando-nos, ora o bucolismo pacato de verdes e dilatados chão e planaltos, onde os gados pastam, e a frescura de frondosos e velhos arvoredos e ténues regatos, ora a vista selvagem de altos despenhadeiros e elevadas grimpas, de onde formosíssimas cascatas se precipitam na ânsia de um suicídio louco e onde não se sabe que mais admirar, se a imponente do horizonte e das vistas que se desfrutam, se a estranha textura e orografia da serra”*.

No quadro 5.4. e na figura 5.28. encontram-se listados e assinalados todos os locais que foram medidos no âmbito deste trabalho.

Quadro 5.4. Pontos de medição na Serra do Gerês (PNPG)

Ponto	Localização	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Figura
13	Porta - Campo do Gerês	41°45'007'	008°11.840'	937	2.29.
14	Calcedónia	41°43.376'	008°11.981'	821	2.30.
15	Fronteira Portela do Homem	41°48.503'	008°07.889'	776	2.31.
16	Pitões das Júnias	41°50.445'	007°57.008'	1093	2.32.
17	Mosteiro de Santa Maria da Júnias	41°49.884'	007°56.555'	1052	2.33.

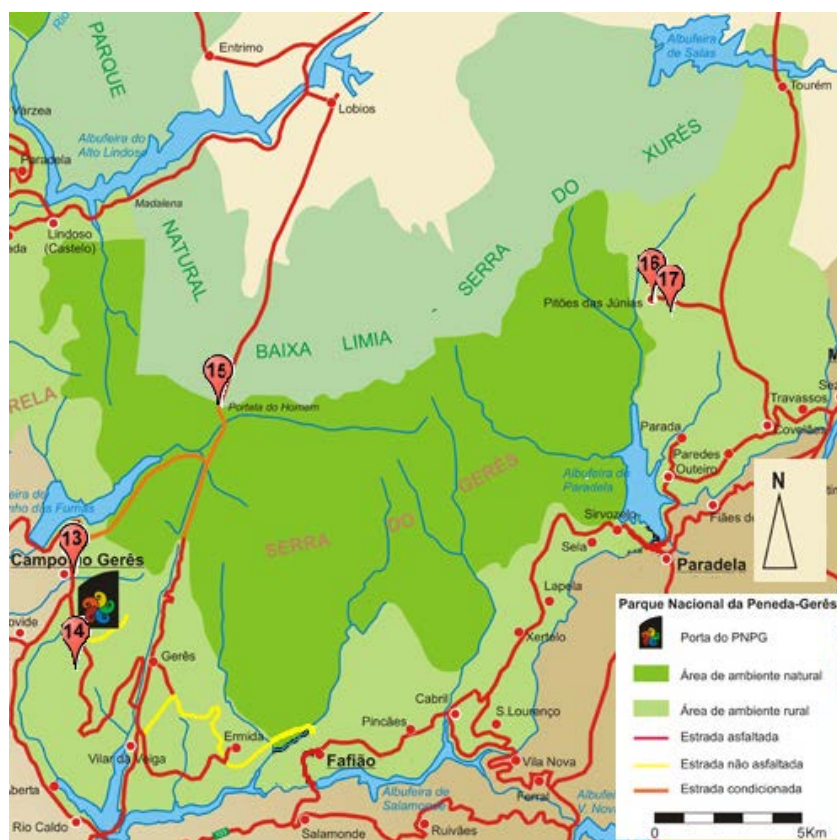


Figura 5.28. – Pontos de medição na Serra do Gerês (PNPG) [adaptado de 78]

Inaugurada em 2006, a Porta do Campo do Gerês (ponto 13) (figura 5.29.) é gerida conjuntamente pela Câmara Municipal de Terras de Bouro e direção do PNGN [101] e tem como tema a "história e civilizações". E nela, entre outras coisas encontra-se uma exposição etnográfica sobre a aldeia de Vilarinho das Furnas, entretanto submersa pela construção de uma barragem [102]. Esta porta recebe principalmente o fluxo de visitantes provenientes de Braga.

É um ponto de medição importante dado que se situa na fronteira do parque, o que permitirá o estudo do impacto do ruído gerado fora do parque para a paisagem acústica que se verifica dentro deste.



Figura 5.29. – Local de medição do ponto 13: Porta de Campo do Gerês (PNPG) [Fotografia do autor]

O ponto 14 (figura 5.30.) localiza-se em pleno trilha da “Cidade da Calcedónia”. Este percurso pedestre classificado como Pequena Rota permite um encontro do visitante com a história, a geologia e a paisagem de montanha. O seu ex-libris acaba por ser o penedo da Calcedónia (no sopé do qual se realizou a medição), conhecido pela fenda que o atravessa de um dos lados, levando ao seu topo. Junto dele abrigava-se uma povoação da Idade do Ferro, posteriormente ocupada pelos romanos da qual ainda é possível encontrar vestígios da muralha e, mais esporadicamente, cerâmica ou tégula romana [103].



Figura 5.30. Local de medição do ponto 14: Calcedónia (PNPG) [Fotografia do autor]

O ponto 15 localiza-se na fronteira de Portela do Homem (figura 5.31.), a única do distrito de Braga e Baixo Minho. Este lugar, desde sempre muito transitado (atravessado pela já referida geira romana) separando o concelho de Terras de Bouro do concelho espanhol de Lobios, conhecido pelas termas do rio Caldo (também aproveitadas, já em território nacional, nas termas do Gerês). De forma a limitar o trânsito, do lado português este encontra-se limitado sendo controlado em dois postos de controlo: um logo após a passagem da fronteira e outro logo após a vila do Gerês. Anteriormente o tempo do percurso de carro, que se faz atravessando a Mata da Albergaria, era limitado a quinze minutos (os funcionários anotavam a hora de passagem em cada um dos postos de controlo) mas atualmente, o controlo é feito mediante o pagamento simbólico de 1,5 €[104].



Figura 5.31. Local de medição do ponto 15: Portela do Homem (PNPG) [Fotografia do autor]

Pitões das Júnias (figura 5.32), onde foi medido o ponto 16, é uma aldeia situada a cerca de 1200 metros de altitude, no norte de Portugal, dentro do Parque Nacional Peneda-Gerês, na região de Barroso, Trás-os-Montes. Faz parte do Concelho de Montalegre, distrito de Vila Real.

A origem desta aldeia confunde-se com a do Mosteiro de Santa Maria das Júnias, entre os séculos IX e XI. A sua localização no extremo norte de Portugal, o clima inóspito no Inverno e a consequente imigração contribuíram para que a aldeia conservasse a sua pequena população e o característico aspeto medieval. As construções em pedra e a beleza natural do lugar deram início nos anos 1990, ao turismo ecológico na região que cresce nos meses de Verão com a chegada dos seus emigrantes e descendentes, vindos principalmente do Brasil e da França [105].



Figura 5.32. – Local de medição do ponto 16: Aldeia de Pitões das Júnias (PNPG) [106]

O Mosteiro de Santa Maria das Júnias (figura 5.33), ponto 17, remonta a um antigo eremitério pré-românico do século IX cuja implantação se deveu ao seu isolamento. Situado num vale estreito e de difícil acesso longe de caminhos e lugares habitados, a primeira comunidade de monges não dependia, ao contrário de outros locais do género, dos coutos envolventes mas sim da pastorícia. O atual

mosteiro, com o templo anexo foram erguidos no século XII por monges da Ordem de São Bento. Por volta do século XIII, o mosteiro passa a seguir a regra da Ordem de Cister, sendo agregado à Abadia de Oseira, Galiza. É nesta altura que o mosteiro vai enriquecendo, obtendo terras em toda a região do Barroso e na Galiza até meados do século XVIII, quando começa a perder monges e rendimentos entrando em decadência até que com a extinção das ordens religiosas masculinas, em 1834, o seu último monge passa a exercer funções de pároco de Pitões. As principais alterações ao mosteiro dão-se no início do século XIV, onde se destaca a construção do claustro e da capela-mor, as elevações de algumas dependências entretanto destruídas pelo assoreamento provocado pelo ribeiro adjacente e a redecoração com retábulos em talha dourada no início do século XVIII.

Um incêndio na segunda metade do século XIX levou à ruína de muitas das dependências do convento que caiu em ruína até ser classificado como Monumento Nacional e receber obras de recuperação e requalificação em 1986 [72].



Figura 5.33. – Local de medição do ponto 17: Mosteiro de Santa Maria das Júnias (PNPG) [Fotografia do autor]

5.2. PARQUE NATURAL DO LITORAL NORTE

5.2.1. HISTÓRIA E DESCRIÇÃO DO LOCAL

Apesar de o Parque Natural do Litoral Norte (PNLN) datar apenas de 2005, pelo Decreto-Regulamentar nº 6/2005 de 21 de Julho [107], a região é considerada paisagem protegida desde 1987, ano em que foi criada ao abrigo do Decreto-Lei 357/87 [108]. Com uma extensão de 1237 hectares em terra (desde a foz do Neiva até à praia da Apúlia) integrado nas freguesias de Antas, Apúlia, Belinho, Esposende, Fão, Gandra, São Bartolomeu do Mar e Marinhãs, concelho de Esposende, a sua área estende-se também por 2,5 milhas em mar perfazendo um total de 8887 ha. A área terrestre é constituída por areal e dunas (áreas com grande risco de erosão, e cuja conservação é um dos principais propósitos do parque) mas também por áreas de rochedos costeiros, algumas manchas de pinhal e carvalhal, paisagem rural e aglomerados populacionais e lagunas costeiras. Praticamente todo o parque se situa numa cota muito baixa (inferior aos 10 metros) com exceção de uma pequena área a Norte e algumas dunas a Sul, que se encontram a altitudes que não ultrapassam os 20 metros. Na área marítima, a profundidade não ultrapassa os 50 metros de profundidade e a zona é caracterizada por numerosos baixios [109] [110].

Com inúmeros cursos de pequenas dimensões que desaguam diretamente no mar a atravessar a área do PNLN, os Rios Cávado e Neiva são, no entanto, os cursos de maior dimensão e importância na região. A abundância de linhas de água regista uma toalha freática muito perto da superfície, que se reflete no alagamento dos terrenos no Inverno [109] [110].

O clima da Região encontra-se marcado pela sua posição geográfica. A sua proximidade ao oceano Atlântico traduz-se na passagem de massas de ar carregadas de humidade no Inverno. Juntamente com a influência do clima mediterrânico, traduz-se numa relativa uniformidade dos parâmetros climáticos que condicionam a flora, o comportamento dos solos e a atividade e ocupação humana [109] [110].

A temperatura média anual ronda os 14 °C sendo em média Julho o mês mais quente (20 °C) registando-se em Janeiro as temperaturas mais baixas (5 °C). O valor médio de precipitação anual é de 1427 mm, registando-se em Dezembro o mês de maior pluviosidade (242 mm). A humidade relativa do ar varia, em média, entre os 68 e os 90% registando-se os valores mais elevados nos meses mais chuvosos e com temperaturas mais baixas (entre Novembro e Fevereiro). Destaque ainda para os ventos dominantes do quadrante norte com velocidades médias que podem variar entre os 7 e os 9 km/h em Setembro e em Fevereiro e Março, respetivamente [109] [110].

Inicialmente terrenos estéreis e despovoados, foi graças ao sargaço (algas marinhas) e ao pilado (pequeno caranguejo) recolhidos do mar e usados como fertilizante (figura 5.34.), que as gentes locais foram erguendo pequenas povoações, associado ao cultivo em “masseiras” ou “gamelas” (figura 5.35.) que consiste na escavação do terreno imediatamente após a duna cinzenta até ao lençol freático possibilitando o acesso das plantas à água. No entanto, hoje em dia começa a ser raro a agricultura, tendo a economia local virado para o turismo. A imagem deste fenómeno são os aglomerados populacionais de maior relevo que começam a surgir que contrastam com as pequenas comunidades rurais, como as povoações de Esposende, Apúlia ou Fão. A servi-las podemos encontrar a EN13, que estabelece a ligação Valença-Porto e que se desenvolve na proximidade do parque (chegando mesmo a distar apenas cerca de setecentos metros) [109] [110].



Figura 5.34. – Recolha do sargaço, posteriormente utilizado como fertilizante [111]



Figura 5.35. – Exemplo de campo de cultivo em “masseiras” ou “gamelas” [112]

A área afeta ao PNLN situa-se numa zona essencialmente granítica que apresenta, apesar de tudo, alguma diversidade do substrato rochoso. Apresentando pequenos afloramentos de rochas quartzíticas, xistos, grauaques e conglomerados, toda a área costeira é recoberta por depósitos de sedimentos quaternários e atuais. Desta forma, a área do PNLN compreende unidades de depósitos sedimentares

divididos em Atual e Holocênico, onde se incluem todos os depósitos mais recentes da área agrupados em dois conjuntos.

Os mais recentes, constituídos pelos depósitos fluviais e estuarinos (areias e areias-limosas), que acompanham o canal dos rios e os mais antigos, constituídos pelas areias das dunas não atuais e atuais, que em alguns segmentos são constituídas por cascalhos, e praias atuais, ou de areia ou de cascalho e "Quaternário Antigo" - esta unidade agrupa os depósitos fluviais das zonas vestibulares dos rios e depósitos marinhos na faixa litoral.

Na geomorfologia do parque, é possível encontrar unidades geomorfológicas como a arriba mais antiga, plataforma alta, arriba mais recente, plataforma baixa, dunas mais antiga, dunas mais recentes, praias atuais e estuários.

É possível observar igualmente um complexo ambiente costeiro formado por estuários, do rio Cávado e do rio Neiva, sistemas dunares (dunas embrionárias e frontal com larguras variáveis de 50 a 300 m) e praias, elemento de importante atracção turística para a população residente nos centros urbanos próximos.

Apesar do nomadismo dos povoamentos pré-históricos ter impedido um registo mais assertivo, a ocupação humana desta região remonta já a essa época. Desde sempre a região esteve ligada à pesca e à agricultura, embora a Lagoa Negra, na Apúlia, apresenta características de ter sido local de exploração mineral e tenham sido encontrados vestígios de salinas medievais na zona de São Bartolomeu e Foz do Neiva [109] [110].

A romanização do local está bem patente na área do PNLN sendo exemplo disso a *Vila Menendi*, na zona da Apúlia ou Fão, que sendo de origem céltica se tornou uma urbe e um importante porto nesta época. Em Fão encontra-se ainda os restos de um cemitério medieval, onde estudos evidenciam o impacto da Peste Negra na Região [110].

Numa zona pré-dunar surge vegetação como a eruca-marítima, o cardo marítimo, o estorno ou a soldanela enquanto na depressão subsequente à duna primária se encontra algumas espécies percursoras do mato, como o saganho-mouro. No entanto a introdução de espécies estrangeiras como a acácia ou o chorão, tem vindo a colocar em perigo estas espécies que são fundamentais na fixação e estabilização das dunas. Para tentar resolver esse problema, é possível encontrar-se, na retaguarda das dunas, plantações de pinheiro-bravo com o intuito de fixar a areia [109] [110].

Na área do parque é possível encontrar também alguns sapais, fundamentais para o equilíbrio ecológico da região dada a diversidade de funções que desempenham. No total, no PNLN, estão inventariadas 240 espécies animais com destaque para a rã-de-focinho-pontiagudo, o sapo-de-unha-negra ou o sapo-corredor, na classe dos anfíbios ou espécies como o sardão ou o lagarto-de-água da classe dos répteis. Na avifauna é um local importante, sendo uma zona onde é possível encontrar o açor, a águia-pesqueira, a águia-sapeira, o corvo-marinho-de-crista ou o mergulhão-de-pescoço-preto. Na fauna ictiológica, especial destaque para a lampreia, o salmão, a truta marisca o sável ou a enguia. Tem-se verificado uma acentuada diminuição no areal do parque nos últimos anos. As ondas e correntes, aliadas ao vento, por um lado mas também, e essencialmente, pela exploração das praias nos canais e nos estuários e construção de estruturas no cordão litoral têm sido os responsáveis por este fenómeno [109] [110].

5.2.2. PONTOS DE MEDIÇÃO

Na impossibilidade de medir a totalidade do parque e na ausência de uma metodologia estandardizada sobre medições acústicas em áreas naturais tornou-se fundamental medir pontos que fossem representativos das distintas áreas do parque.

Para uma melhor seleção dos locais de medição foram feitos contactos com o pessoal do parque na sede do PNLN, em Esposende, de forma a inquirir pessoas que lidam com maior proximidade com a área em estudo.

Para uma maior facilidade no tratamento e análise dos dados, bem como por facilidade logística, a área afeta ao PNLN foi dividida em duas áreas, “Zona Norte” e “Zona Sul”, separadas pelo estuário do Rio Cávado.

Em seguida apresenta-se uma listagem dos locais, com uma descrição dos mesmos.

5.2.2.1 Zona Norte

Na zona Norte predominam os usos agrícolas que se dividem de uma forma idêntica pelas classes de uso de áreas agrícolas heterogéneas e pelas áreas de culturas anuais (figura 5.36.).

Os núcleos urbanos que pontuam ao longo da zona costeira Norte são: Barca, S. Bartolomeu do Mar, Cepães e Suave Mar/Esposende. Estes integram a classe Tecido Urbano, não apresentando significativa ocupação, uma vez que a largura dos limites do Parque Natural, nesta faixa do território, é reduzida surgindo com maior expressão a frente urbana de Esposende, localizada a Norte da foz do estuário do Cávado.

O uso florestal não apresenta grande significado, salientando-se o facto de que embora não esteja representado, o reconhecimento do local permitiu verificar a existência de pequenas manchas de floresta dispersa ao longo da linha de costa, a Norte do estuário.

Na classe de uso Zonas Descobertas e com Pouca Vegetação estão integradas as praias e dunas existentes ao longo da linha de costa, interrompendo na área de S. Bartolomeu do Mar, onde este aglomerado se localiza.

A existência de estradas principais paralelas à linha de costa é marcadamente característica da zona costeira nacional, bem como a existência de diversas estradas de menor importância, perpendiculares às zonas balneares permitindo o acesso público aos espaços que integram as áreas de Domínio Público Marítimo (DPM) [113].

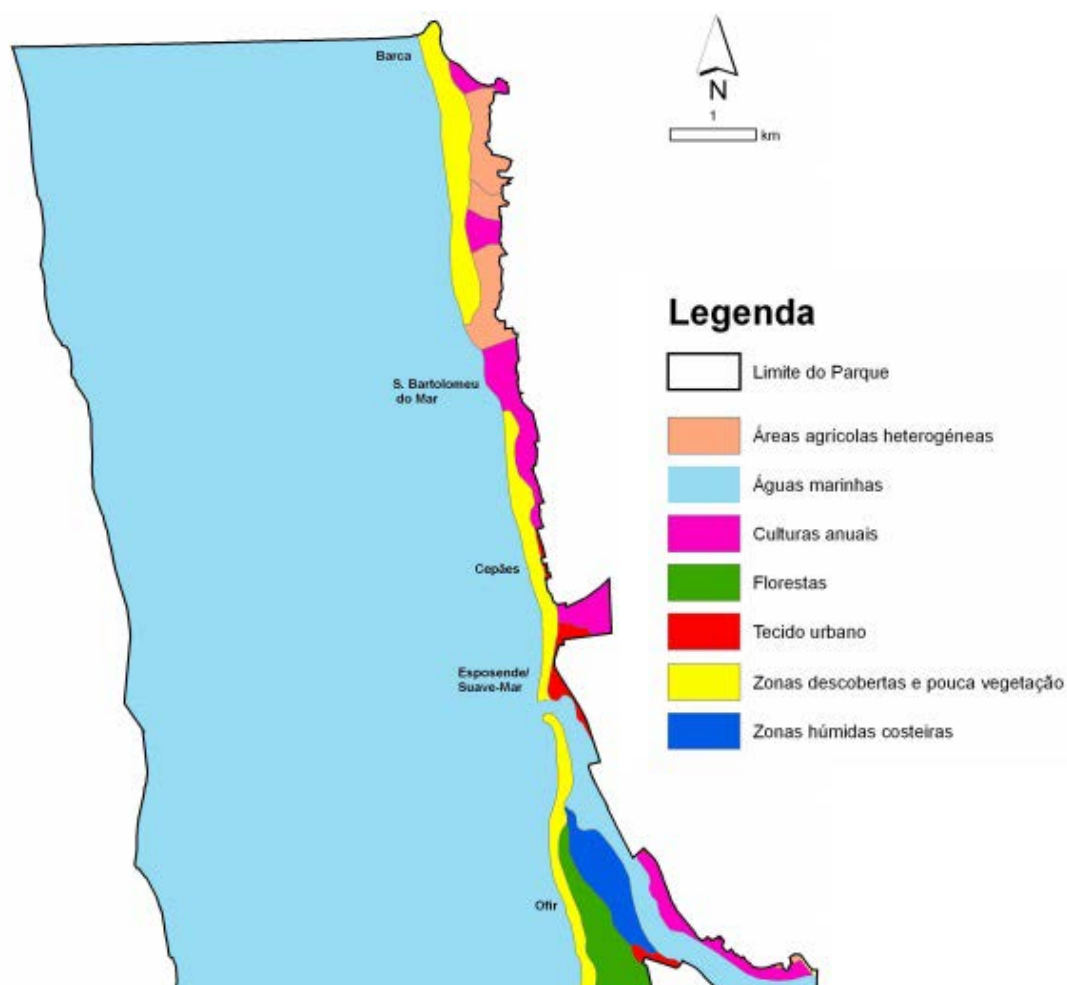


Figura 5.36. – Ocupação da Zona Norte do PNLN, em 2000 [Adaptado de 113]

No quadro 5.5. e na figura 5.37. encontram-se listados e assinalados os locais medidos nesta área:

Quadro 5.5. Pontos de medição na Zona Norte (PNLN)

Ponto	Descrição	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Figura
18	Zona litoral	41°32.769'	008°47.532'	2	5.37
19	Zona de pinhal	41°33.012'	008°47.186'	6	5.38
20	Local perto do limite do parque	41°33.043'	008°47.074'	7	5.39
21	Zona de rio	41°36.500'	008°48.336'	8	5.40
22	Sapal	41°31.084'	008°46.445'	16	5.41
23	Estuário do Cávado	41°32.500'	008°47.415'	2	5.42
24	Local limite com Esposende	41°32.113'	008°47.146'	2	5.43
25	Zona dunar	41°35.140'	008°48.171'	6	5.44



Figura 5.37. – Pontos de medição na Zona Norte (PNLN) [adaptado de 113]



Figura 5.38. Local de medição do ponto 18: Zona Litoral (PNLN) [Fotografia do autor]

O ponto 18. (figura 5.38.) é um ponto situado no litoral, numa zona muito perto de uma área de tecido urbano. Este ponto pretende caracterizar uma zona na faixa costeira e avaliar a capacidade de mascaramento do ruído por parte de um som natural, como o da rebentação das ondas. O ponto 19. (figura 5.39.) é um ponto situado numa zona de cultura anual, perto de tecido humano (em particular a proximidade à Estrada Nacional 13), localizando-se uma zona de pinhal. Este ponto é também um dos pontos mais interiores da Zona Norte do PNLN.



Figura 5.39. – Local de medição do ponto 19: Zona de Pinhal (PNPL) [Fotografia do autor]



Figura 5.40. – Local de medição do ponto 20: Zona limite do Parque (PNLN) [Fotografia do Autor]

O ponto 20. (figura 5.40.) situa-se na mesma zona do ponto 19. mas na região limítrofe do PNLN a uns escassos 700 m da EN 13. Este ponto permite assim o contraste com o ponto anterior e avaliar a possível degradação da paisagem sonora pela influência de uma estrada com algum tráfego.



Figura 5.41. - Local de medição do ponto 21: Foz do Rio Neiva (PNLN) [Fotografia do autor]

O ponto 21. (figura 5.41.) localiza-se perto da foz do Rio Neiva, limite Norte do PNLN. Trata-se de um local afastado de grandes focos populacionais.



Figura 5.42. – Local de medição do ponto 22: Zona de Sapal (PNLN) [Fotografia do autor]

O ponto 22. (figura 5.42.) encontra-se na zona mais a Sul da Zona Norte, à beira rio numa área de sapal. É um ponto de alguma importância para o parque, uma vez que é um local de excelência para a observação de aves e répteis e muito utilizado por pescadores, embora muito perto haja uma ponte que serve a EN 13 fazendo a ligação entre a Zona Norte e Sul. Outro fator de interesse é precisamente ser um ponto de fronteira entre as zonas Norte e Sul.



Figura 5.43. – Local de medição do ponto 23: Foz do Cávado (PNLN) [Fotografia do autor]

O ponto 23. (figura 5.43.) situa-se no estuário do rio Cávado, perto da sua foz, num local perto da rebentação do mar e de um grande ponto de pressão urbanístico, perto da cidade de Esposende e muito próximo do farol de Esposende.



Figura 5.44. - Local de medição do ponto 24: Limite com Esposende (PNLN) [Fotografia do autor]

O ponto 24. (figura 5.44.) situa-se na fronteira da cidade de Esposende com a área do PNLN, permitindo avaliar a influência do ruído provocado pela cidade na área afeta ao parque.



Figura 5.45. – Local de medição do ponto 25: Zona dunar (PNLN) [fotografia do autor]

O ponto 25. (figura 5.45.) situa-se numa área considerada agrícola heterogénea, correspondendo na realidade ao cordão dunar.

5.2.2.2 Zona Sul

A Zona a Sul do estuário do rio Cávado (figura 5.46.) corresponde a área do PNLN com maior expressão, uma vez que é nesta zona que os limites do mesmo se estendem mais para o interior.

Destaca-se, pela sua representatividade territorial, a área de floresta correspondente ao Pinhal de Ofir, e ainda, a áreas agrícolas heterogéneas que integram as masseiras da Apúlia.

Mais para o interior surgem manchas de culturas anuais representando a atividade agrícola local.

À semelhança da Zona Norte, do estuário do Cávado, também esta Zona Sul se encontra marcada pela existência de uma longa faixa de zonas descobertas e de pouca vegetação que congregam as áreas de praia e de vegetação rasteira e arbustiva adjacentes à linha de costa.

O tecido urbano tem pouca representatividade no mapa desta zona do Parque Natural devido à sua estrutura descontínua e pouco densa, havendo no entanto uma pressão urbanística muito maior que na Zona Norte. Surge com maior expressão, o núcleo costeiro de Cedobém adjacente à linha de costa [113].

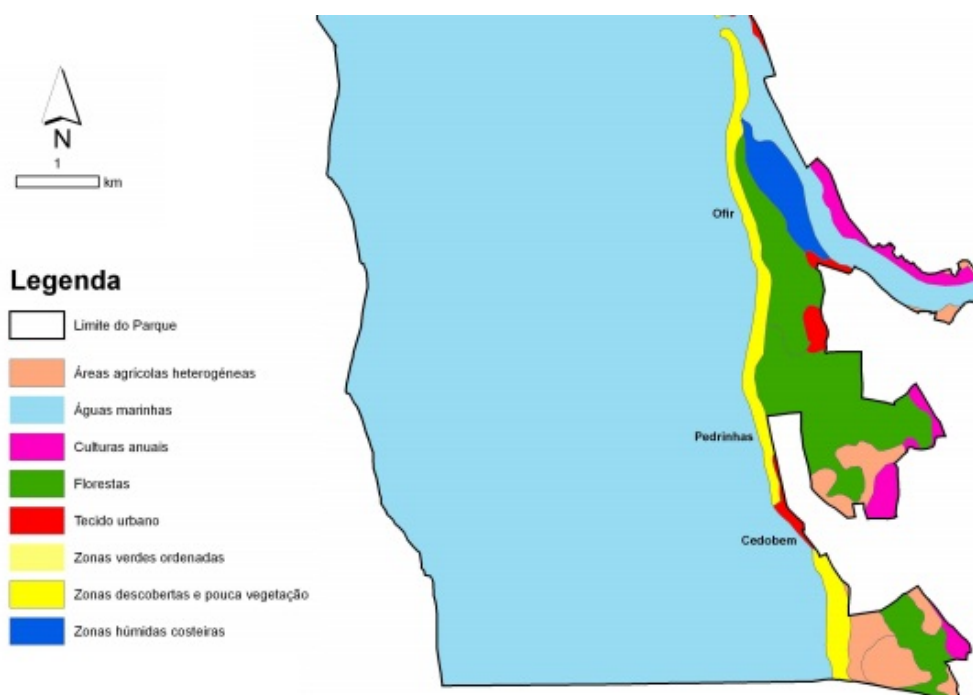


Figura 5.46. - Ocupação da Zona Sul do PNLN, em 2000 [Adaptado de 113]

No quadro 5.6. e na figura 5.47. encontram-se listados e assinalados os locais medidos nesta área.

Quadro 5.6. – Pontos de medição na Zona Sul (PNLN)

Ponto	Descrição	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Figura
26	Zona de rio	41°28.313'	008°46.424'	5	5.47.
27	Zona dunar	41°28.706'	008°46.508'	1	5.48.
28	Zona de floresta	41°28.349'	008°46.282'	7	5.49.
29	Zona limite	41°28.433'	008°46.081'	10	5.50.
30	Zona de floresta	41°29.963'	008°46.424'	5	5.51.
31	Zona litoral	41°30.379'	008°47.245'	1	5.52.
32	Zona litoral	41°31.026'	008°47.222'	6	5.53.
33	Zona de pinhal	41°31.116'	008°47.150'	3	5.54.



Figura 5.47. – Pontos de medição da Zona Sul (PNLN) [adaptado de 114]

O ponto 26. (figura 5.48.) localiza-se do limite Sul do PNLN junto de um pequeno curso de água que desagua diretamente no mar. Situa-se entre uma zona descoberta e de pouca vegetação e uma área agrícola heterogénea.

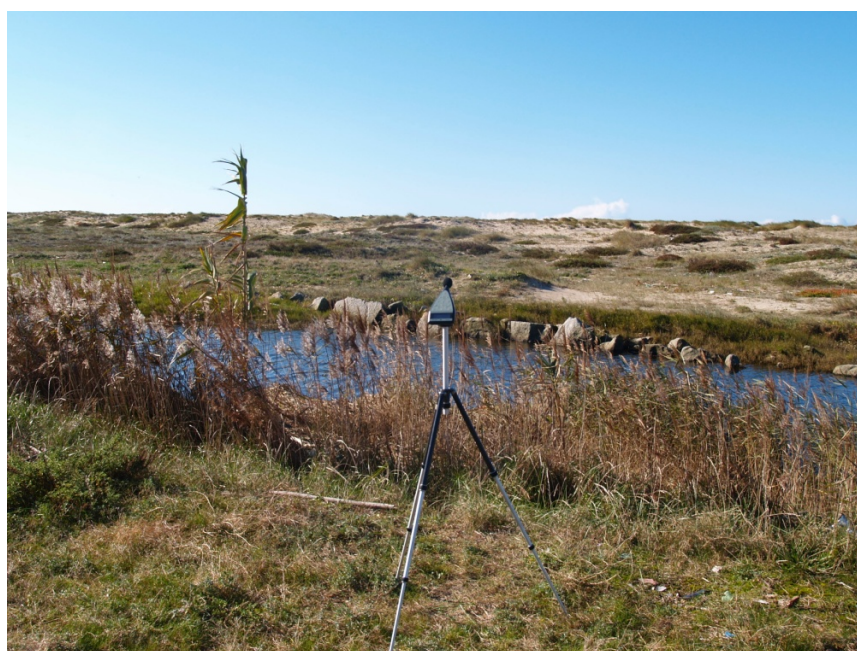


Figura 5.48. – Local de medição do ponto 26: Zona Limite (PNLN) [Fotografia do autor]

O ponto 27. (figura 5.49), à semelhança do ponto 25 da Zona Norte, situa-se numa zona de cordão dunar, permitindo a comparação entre dois pontos de características semelhantes nas zonas Norte e Sul. É também o ponto mais próximo do centro urbano da Apúlia.



Figura 5.49. – Local de medição do ponto 27: Zona Litoral (PNPL) [Fotografia do autor]

O ponto 28. (figura 5.50.) encontra-se numa área de floresta da Zona Sul. Este ponto está afastado de qualquer foco habitacional, estando no entanto na proximidade de áreas de cultivo (nomeadamente das masseiras da Apúlia).



Figura 5.50. – Local de medição do ponto 28: Zona de floresta (PNLN) [Fotografia do autor]

O ponto 29. (figura 5.51) situa-se no ponto mais interior do PNLN, no limite do parque encontrando-se já bastante próximo de algumas unidades de urbanização de pequena dimensão como armazéns.



Figura 5.51. – Local de medição do ponto 29: Zona Limite (PNLN) [Fotografia do autor]

O ponto 30. (figura 5.52.) encontra-se num dos pontos mais isolados do parque, no seio de uma grande área florestal.



Figura 5.52. – Local da medição do ponto 30: Zona de floresta (PNLN) [fotografia do autor]

O ponto 31. (figura 5.53.) é, à semelhança do ponto 18 da Zona Norte, um ponto situado na faixa costeira.



Figura 5.53. – Local da medição do ponto 31: Zona Litoral (PNLN) [Fotografia do autor]

O ponto 32. (figura 5.54.) situa-se na faixa costeira, num ponto de grande pressão urbanística dentro dos terrenos do PNLN localizando-se bem próximo das Torres de Ofir, permitindo aferir o impacto deste edifícios e área adjacente na paisagem sonora do parque.



Figura 5.54. – Local da medição do ponto 32: Zonal Litoral (PNLN) [Fotografia do autor]

O ponto 33. (figura 5.55.), situa-se muito perto do ponto anterior. Este ponto situa-se, no entanto, numa zona de floresta. Este ponto permitirá aferir as diferenças entre os dois locais, ambos pressionados urbanisticamente mas, um localizado à beira mar e outro em zona florestal.



Figura 5.55. – Local de medição do ponto 33: Zona de pinhal (PNLN) [Fotografia do autor]

6

Resultados

6.1. INTRODUÇÃO

As medições realizadas tiveram como objetivo a caracterização acústica da paisagem sonora dos dois espaços naturais. Pretendia-se também avaliar até que ponto as atividades humanas, atividades próprias do parque e atividades autorizadas pelo parque ou atividades externas, prejudicam a paisagem sonora original e a percepção que os utilizadores possam ter dos espaços. Pretendia-se, ainda, comparar os resultados obtidos em duas áreas de características tão distintas como o Parque Natural do Litoral Norte (situado no litoral e muito perto do mar) e o Parque Nacional da Peneda e Gerês (situado no interior e de características montanhosas) em ainda com resultados obtidos em trabalhos realizados em outras áreas naturais no estrangeiro.

Os parques escolhidos, dadas as suas dimensões foram subdivididos em áreas mais pequenas para facilidade logística e de tratamento de dados. O modo como essa divisão foi feita teve por base a sugestão de responsáveis dos parques e a análise das características da região. Assim, o Parque Nacional da Peneda e Gerês (PNPG) foi dividido em quatro áreas, correspondentes às quatro serras pertencentes aos terrenos do parque: Serra da Peneda, Serra do Soajo, Serra Amarela e Serra do Gerês (figura 6.1.).

O Parque Natural do Litoral Norte (PNLN) foi dividido em duas zonas – Zona Norte e Zonal Sul – separadas pelo rio Cávado, onde a Zona Norte é uma zona mais rural e menos pressionado urbanisticamente, contrariamente à Zona Sul onde existe uma grande pressão urbanística, especialmente de verão nas áreas de Ofir, Fão e Apúlia (figura 6.2.).

As medições ocorreram entre o dia 27 de Novembro e o dia 8 de Dezembro de 2012, segundo o plano disposto no quadro 6.2.. Realizam-se posteriormente medições no dia 28 de Janeiro de 2013 pela necessidade de repetição de alguns pontos do PNLN.

Pelo disposto na norma NP ISO 1996 – 1 [61] e sendo locais marcados por regimes de sazonalidade (dia útil *versus* Fim de semana ou Verão *versus* Inverno), deveriam ser realizadas medições em quatro períodos de referência, correspondentes a dois períodos de cada um desses regimes. Perante a impossibilidade, no âmbito deste trabalho, de alongar as medições ao Verão optou-se por se considerar dois períodos de referência. No entanto, e considerando o tempo disponível para a realização das medições, as condições climatéricas observadas no Inverno nestes locais e a vasta área abrangida, não foi possível verificar o cumprimento desta consideração em todos os pontos.

Os locais de medição foram seleccionados levando em conta a opinião de responsáveis dos parques, quando inquiridos sobre locais representativos dos vários ambientes acústicos que se podem encontrar, do ponto de vista de um utilizador comum dos parques.

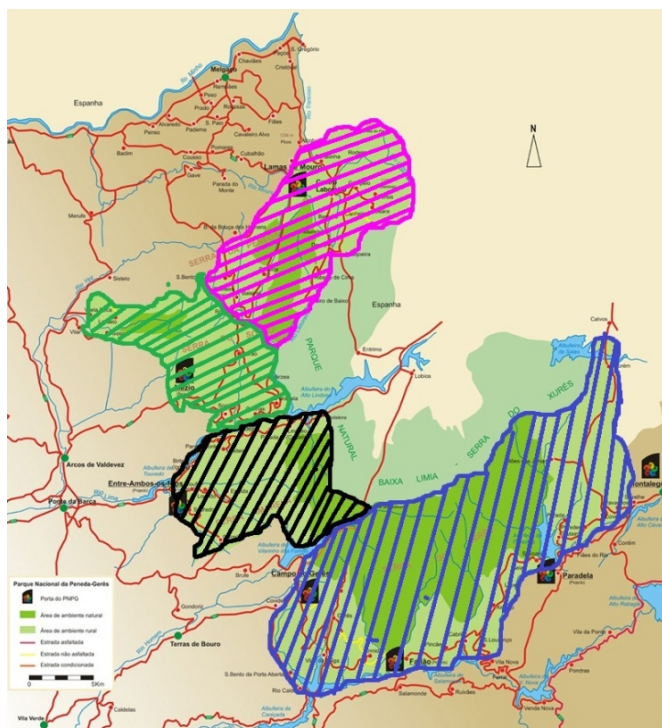


Figura 6.1. - Divisão da área do PNPG. De cima para baixo: a Roxo a serra da Peneda, a Verde a serra do Soajo, a negro a serra Amarela e a azul a serra do Gerês [adaptado de 781]



Figura 6.2.-Divisão da área do PNLN. DE cima para baixo a amarelo a “Zona Norte” e a Vermelho a “Zona Sul” [adaptado de 114]

Quadro 6.1.: Plano das medições efetuadas entre 27/11/2012 e 08/12/2012

Dia	27/11/2012 Terça-feira	28/11/2012 Quarta-feira	29/11/2012 Quinta-feira	30/11/2012 Sexta-feira	01/12/2012 Sábado	02/12/2012 Domingo
Local	PNLN Norte	PNLN Sul	PNPG Serra da Peneda	PNPG Serra do Gerês	PNLN	PNPG Serra do Soajo e Amarela
Dia	03/12/2012 Segunda-feira	04/12/2012 Terça-feira	05/12/2012 Quarta-feira	06/12/2012 Quinta-feira	07/12/2012 Sexta-feira	08/12/2012 Sábado
Local	-	-	-	-	-	PNPG Serra da Peneda e Gerês

6.2. PARQUE NACIONAL DA PENEDA E GERÊS

6.2.1. SERRA DA PENEDA

No Parque Nacional da Peneda e Gerês, em função das suas dimensões e das condições meteorológicas desadequadas que se fizeram sentir durante o período de medições, apenas se realizou uma medição em cada ponto. Os dados de cada medição podem ser consultados no ANEXO I.

Para o estudo na Serra da Peneda, foram considerados os pontos apresentados no quadro 6.2. Neste quadro são apresentadas as condições meteorológicas durante os períodos das medições e características gerais do local. Os pontos medidos estão assinalados na figura 6.3. e os resultados obtidos encontram-se na tabela 6.3.

Quadro 6.2.: Descrição dos pontos e condições de medição na Serra da Peneda (PNPG)

Ponto	Descrição	Temperatura (°C)	H.R.(%)	V.V. (m/s)
1	Castelo de Castro Laboreiro	0,4	90	2,5
2	Centro de Castro Laboreiro	0,2	92	3,6
3	Mata de Tieiras	2,1	95	0,2
4	Aldeia da Peneda	4,1	90	0,6
5	Lagoa da Peneda	9,0	75	1,3
6	Porta - Lamas de Mouro	3,5	77	0,8

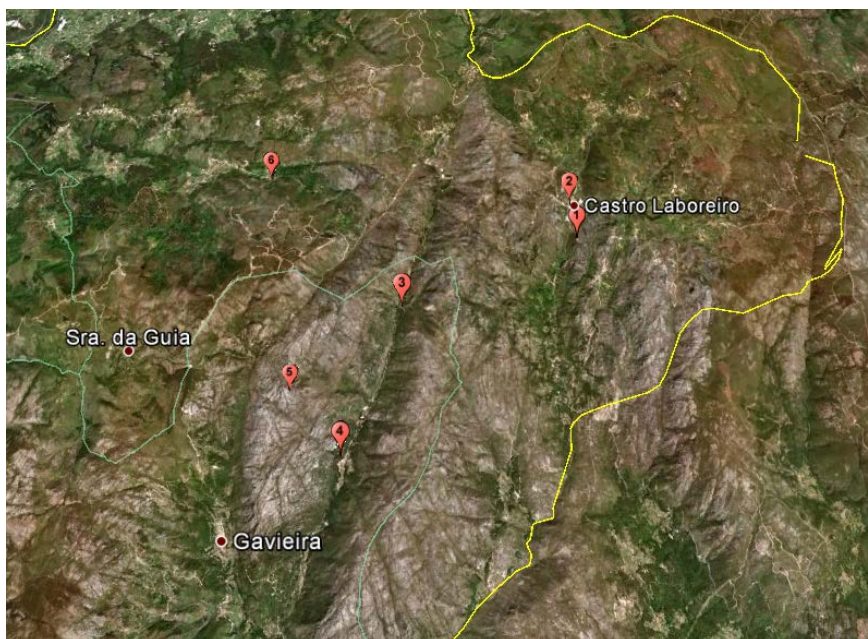


Figura 6.3. Fotografia aérea e pontos de medição – Serra da Peneda (PNPG) (1.1052m) [adaptado de 115]

Quadro 6.3.: Resultados obtidos nos pontos da Serra da Peneda (PNPG)

Ponto	L_{Amax} (dB)	L_{A10} (dB)	L_{A50} (dB)	L_{A90} (dB)	L_{Amin} (dB)	L_{Aeq} (dB)	L_{nat} ($\approx L_{A50}$ s/PAX)	$\Delta L_A (= L_{A10} - L_{A90})$ (dB)
1	64,1	47,5	42,0	40,0	37,8	44,3	L_{A64}	7,5
2	68,4	52,0	47,0	44,5	39,7	53,1	L_{A74}	7,5
3	58,0	52,5	52,0	52,0	51,6	51,2	L_{A58}	0,5
4	61,6	52,0	51,5	51,0	50,8	50,9	L_{A72}	1,0
5	63,8	61,5	61,0	60,5	58,9	61,3	L_{A50}	1,0
6	48,7	37,0	34,0	28,0	23,0	44,7	L_{A60}	9,0
Média Aritmética	60,8	50,1	48,1	46,3	44,4	50,5	L_{A63}	4,4

O parâmetro L_{nat} , nível sonoro do ambiente natural, é correspondente ao parâmetro estatístico N , onde $N = \frac{(100-p)}{2} + p$, onde p representa a percentagem de ruído de origem antropogénica registado. Este parâmetro, conforme referido anteriormente, representa o valor que a mediana teria na ausência de ruído antropogénico

Para o cálculo do valor exato seria necessário uma análise temporal, que não foi possível executar por limitação dos equipamentos mas optou-se, ainda assim, por calcular a que valor estatístico corresponderia, já que permite avaliar até que ponto a paisagem sonora é influenciada pelo Homem, com valores perto de 50 a significarem pouca ou nenhuma influência (uma paisagem sonora muito próxima da natural) e com valores perto de 100 a representarem situações onde a presença do homem nunca deixa de ser audível, dado que correspondem a uma percentagem de ruídos antropogénicos, p , de 0 e 100% respetivamente. Assim, quando se diz que L_{nat} corresponde a 60 significa que a mediana, na ausência de sons antropogénicos, é o valor ultrapassado em 60% do tempo, ou seja, o nível correspondente a L_{A60} .

O valor de ΔL_A é dado pela diferença entre os valores de ruído de origem em fontes de elevado nível sonoro mas de curta duração do “ruído de ponta” (L_{A10}) e os valores com origem em fontes de baixo nível sonoro mas de longa duração, o “ruído de fundo” (L_{A90}).

6.2.2. SERRA DO SOAJO

Para o estudo na Serra do Soajo, foram considerados os pontos apresentados no quadro 6.4. Neste quadro são apresentadas as condições meteorológicas durante os períodos das medições e características gerais do local. Os pontos medidos estão assinalados na figura 6.4. e os resultados obtidos encontram-se na tabela 6.5..

Quadro 6.4.: Descrição dos pontos e condições de medição na Serra do Soajo (PNPG)

Ponto	Descrição	Temperatura (°C)	H.R.(%)	V.Vento (m/s)
1	Porta - Mezio	7,1	76	0,8
2	Mamoas	9,4	73	0,2
3	Mata do Mezio	11,0	75	1,9

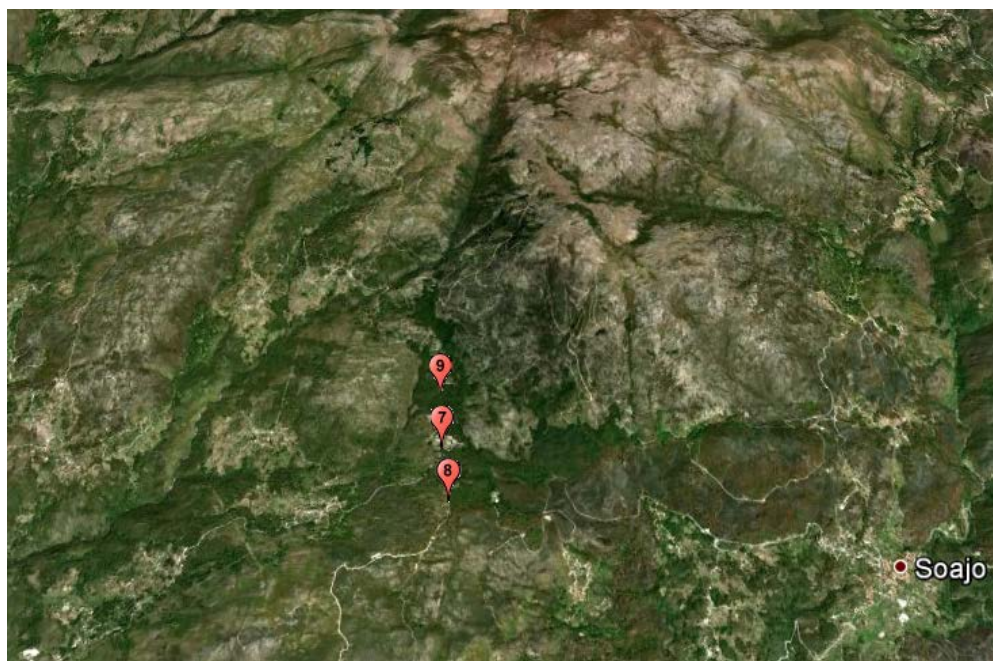


Figura 6.4. Fotografia aérea e pontos de medição – Serra do Soajo (PNPG) (1.575 m) [adaptado de 115]

Quadro 6.5.: Resultados obtidos nos pontos da Serra do Soajo (PNPG)

Ponto	L_{Amax} (dB)	L_{A10} (dB)	L_{A50} (dB)	L_{A90} (dB)	L_{Amin} (dB)	L_{Aeq} (dB)	L_{nat} ($\approx L_{A50}$ s/PAX)	$\Delta L_A (= L_{A10} - L_{A90})$ (dB)
7	59,6	46,5	34,0	26,5	23,8	43,2	L_{A75}	20,0
8	53,8	27,0	22,0	21,0	20,5	26,6	L_{A52}	6,0
9	48,2	32,0	24,5	23,5	22,6	29,7	L_{A60}	7,5
Média Aritmética	53,9	35,2	26,8	23,7	22,3	33,2	L_{A62}	11,2

6.2.3. SERRA AMARELA

Para o estudo na Serra Amarela, foram considerados os pontos apresentados no quadro 6.6. Neste quadro são apresentadas as condições meteorológicas durante os períodos das medições e características gerais do local. Os pontos medidos estão assinalados na figura 6.5. e os resultados obtidos encontram-se na tabela 6.7..

Quadro 6.6.: Descrição dos pontos e condições de medição na Serra Amarela (PNPG)

Ponto	Descrição	Temperatura (°C)	H.R. (%)	V.Vento (m/s)
10	Miradouro da Ermida	7,0	66	3,5
11	Porta - Lindoso	1,2	70	1,1
12	Vilarinho das Furnas	8,0	83	2,2

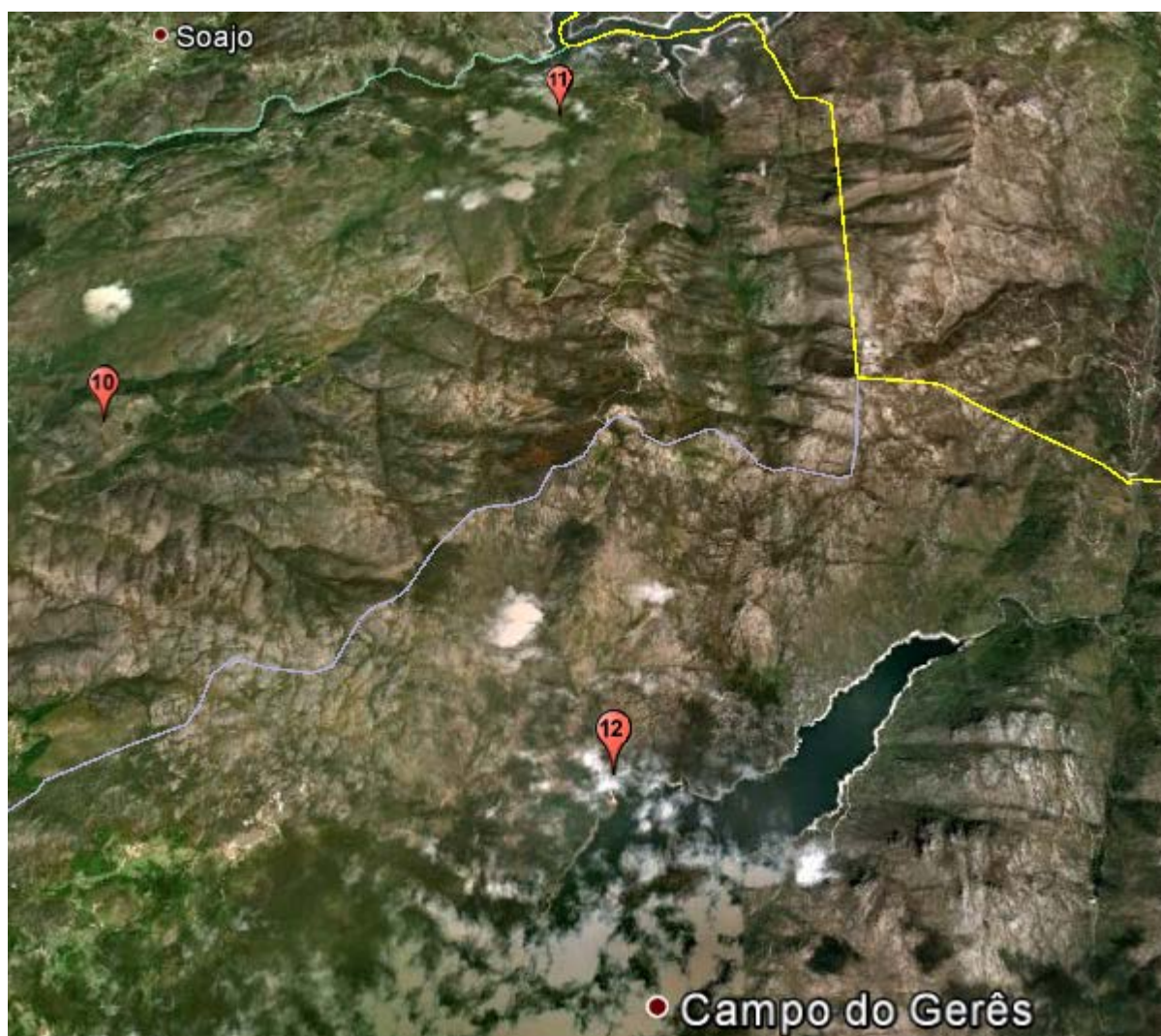


Figura 6.5. Fotografia aérea e pontos de medição – Serra Amarela (PNPG) (1:604 m) [adaptado de 115]

Quadro 6.7.: Resultados obtidos nos pontos da Serra Amarela

Ponto	L_{Amax} (dB)	L_{A10} (dB)	L_{A50} (dB)	L_{A90} (dB)	L_{Amin} (dB)	L_{Aeq} (dB)	L_{nat} ($\approx L_{A50}$ s/PAX)	$\Delta L_A (= L_{A10} - L_{A90})$ (dB)
10	64,2	47,0	39,0	34,0	29,1	53,1	L_{A67}	13,0
11	71,5	50,0	37,5	31,5	28,2	51,9	L_{A88}	18,5
12	66,1	45,5	42,0	40,5	38,8	45,0	L_{A50}	5,0
Média Aritmética	67,3	47,5	39,5	35,3	32	50,0	L_{A68}	12,2

6.2.4. SERRA DO GERÊS

Para o estudo da Serra do Gerês, foram considerados os pontos apresentados no quadro 6.8. Neste quadro são apresentadas as condições meteorológicas durante os períodos das medições e características gerais do local. Os pontos medidos estão assinalados na figura 6.6. e os resultados obtidos encontram-se na tabela 6.9.

Quadro 6.8.: Descrição dos pontos e condições de medição na Serra do Gerês (PNPG)

Ponto	Descrição	Temperatura (°C)	H.R. (%)	V.Vento (m/s)
13	Porta - Campo do Gerês	8,7	91	1,6
14	Calcedónia	8,8	77	3,2
15	Fronteira - Portela do Homem	4,3	96	1,7
16	Pitões das Júnias	7,2	72	1,5
17	Mosteiro de Santa Maria da Júnias	7,0	78	1,3

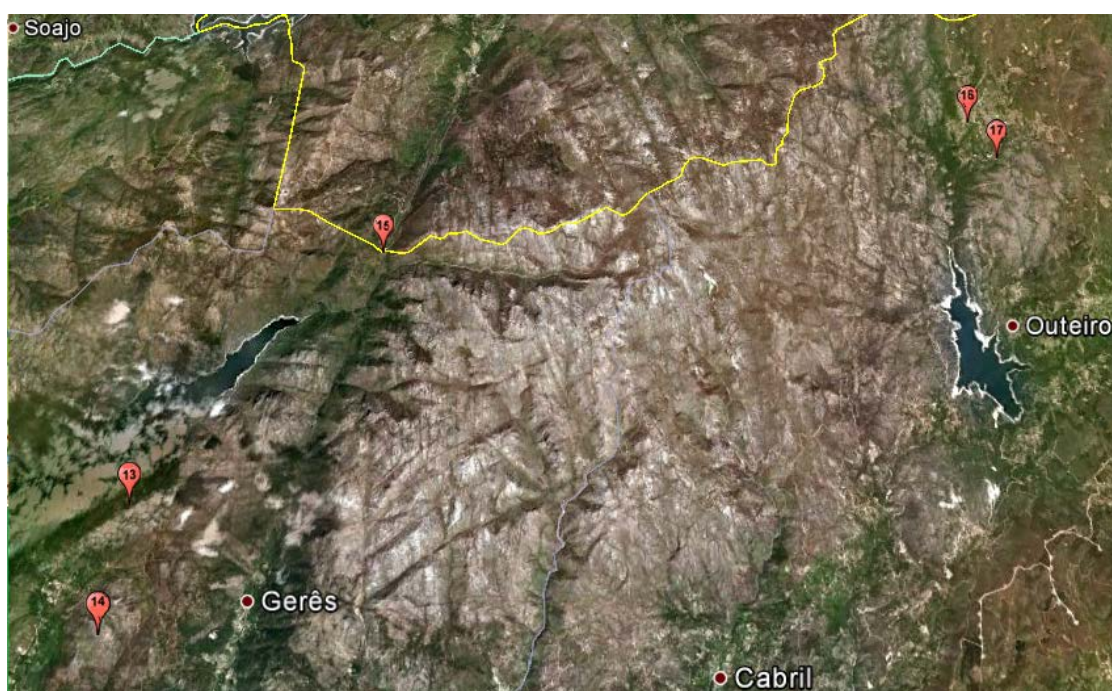


Figura 6.6. Fotografia aérea e pontos de medição – Serra do Gerês (PNPG) (1.1000 m) [adaptado de 115]

Quadro 6.9.: Resultados obtidos nos pontos da Serra do Gerês (PNPG)

Ponto	L_{Amax} (dB)	L_{A10} (dB)	L_{A50} (dB)	L_{A90} (dB)	L_{Amin} (dB)	L_{Aeq} (dB)	$L_{nat} \ L_{nat}$ ($\approx L_{A50} \ s/PAX$)	$\Delta L_A (= L_{A10} - L_{A90})$ (dB)
13	55,2	43,0	37,0	33,0	31,0	39,8	L_{A70}	10,0
14	63,7	27,0	25,0	23,0	22,2	42,0	L_{A58}	4,0
15	60,1	42,0	38,0	35,5	33,3	40,6	L_{A50}	6,5
16	57,8	49,0	37,0	35,0	26,2	49,3	L_{A82}	14,0
17	58,0	47,5	42,0	39,5	39,4	47,0	L_{A63}	8,0
Média aritmética	59,0	41,7	36,8	33,2	30,4	43,7	L_{A65}	8,5

6.3. PARQUE NATURAL DO LITORAL NORTE

6.3.1. ZONA NORTE

Para o estudo da Zona Norte do PNLN, foram considerados os pontos apresentados no quadro 6.10. Nesse mesmo quadro são apresentadas as condições meteorológicas durante os períodos das medições e características gerais do local. Os pontos medidos estão assinalados na figura 6.7. e os resultados obtidos encontram-se na tabela 6.11.

Quadro 6.10.: Descrição dos pontos e condições de medição na Zona Norte (PNI N)

Ponto	Descrição	Temperatura (°C)	H.R. (%)	V.Vento (m/s)
18	Zona litoral	14,5	80	3,1
19	Zona de pinhal	14,8	74	1,2
20	Local perto do limite do parque	15,3	78	2,1
21	Zona de rio	10,5	75	3,6
22	Sapal	13,4	77	1,3
23	Estuário do Cávado	15,0	72	4,3
24	Local limite com Esposende	14,9	74	4,0
25	Zona dunar	11,3	77	2,4



Figura 6.7. Fotografia aérea do local e pontos de medição – Zona Norte (PNLN) (1.650 m) [adaptado de 115]

Quadro 6.11.: Resultados obtidos nos pontos da Zona Norte (PNLN)

Ponto	L_{Amax} (dB)	L_{A10} (dB)	L_{A50} (dB)	L_{A90} (dB)	L_{Amin} (dB)	L_{Aeq} (dB)	L_{nat} ($\approx L_{A50}$ s/PAX)	$\Delta L_A (= L_{A10} - L_{A90})$ (dB)
18	71,8	66,5	65,0	63,0	60,9	65,2	L_{A50}	3,5
19	57,4	48,0	46,0	44,5	43,2	46,9	L_{A94}	3,5
20	66,8	54,5	52,0	49,5	47,6	52,9	L_{A100}	6,9
21	58,9	48,0	44,5	42,5	39,5	46,3	L_{A56}	5,5
22	60,6	46,5	44,5	42,5	41	44,9	L_{A100}	4,0
23	63,0	55,0	53,5	51,5	48,2	53,9	L_{A71}	3,5
24	65,3	56,5	54,0	52,0	46,7	55,6	L_{A100}	4,5
25	59,7	48,0	45,5	43,0	42,4	46,9	L_{A56}	5,0
Média aritmética	62,9	52,9	50,6	48,6	46,2	51,6	L_{A78}	4,6

6.2.2. ZONA SUL

Para o estudo da Zona Sul do PNLN, foram considerados os pontos apresentados no quadro 6.12. Nesse mesmo quadro são apresentadas as condições meteorológicas durante os períodos das medições e características gerais do local. Os pontos medidos estão assinalados na figura 6.8. e os resultados obtidos encontram-se na tabela 6.13.

Quadro 6.12.: Descrição dos pontos e condições de medição na Zona Sul (PNLN)

Ponto	Descrição	Temperatura (°C)	H.R. (%)	V.Vento (m/s)
26	Zona de rio	10,9	78	3,4
27	Zona dunar	12,7	73	2,5
28	Zona de floresta	9,6	77	2,5
29	Zona limite	8,8	79	2,5
30	Zona de floresta	14,8	74	0,8
31	Zona litoral	15,0	77	4,3
32	Ofir - Zona litoral	13,6	76	2,8
33	Ofir - Zona de pinhal	13,2	75	1,2

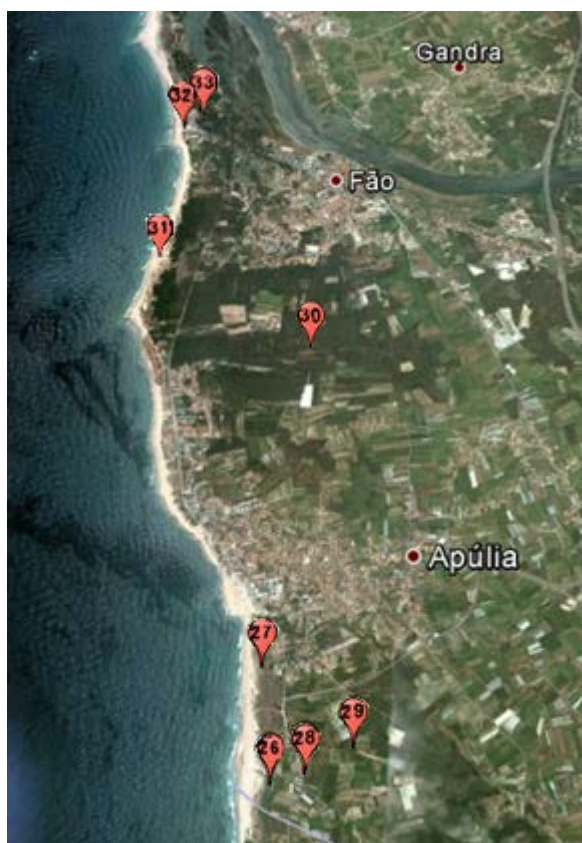


Figura 6.8. Fotografia aérea e pontos de medição – Zona Sul (PNLN) (1.390 m) [adaptado de 115]

Quadro 6.13.: Resultados obtidos nos pontos da Zona Sul (PNLN)

Ponto	L_{Amax} (dB)	L_{A10} (dB)	L_{A50} (dB)	L_{A90} (dB)	L_{Amin} (dB)	L_{Aeq} (dB)	L_{nat} ($\approx L_{A50}$ s/PAX)	$\Delta L_A (= L_{A10} - L_{A90})$ (dB)
26	60,6	50,0	47,5	45,5	43,8	48,5	L_{A61}	4,5
27	60,3	49,0	47,5	46,0	43,7	48,2	L_{A56}	3,0
28	69,6	49,0	46,5	45,5	44,0	48,5	L_{A55}	3,5
29	50,6	47,0	45,5	43,5	42,0	46,0	L_{A79}	3,5
30	52,0	36,0	34,5	33,0	31,4	35,2	L_{A61}	3,0
31	66,7	65,5	64,5	63,5	62,2	64,7	L_{A50}	2,0
32	72,0	63,5	62,5	61,0	58,9	62,7	L_{A74}	2,5
33	58,0	52,5	51,0	50,0	48,0	51,5	L_{A72}	2,5
Média aritmética	61,2	51,9	49,9	48,5	46,8	50,7	L_{A64}	3,1

6.4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

6.4.1 L_{NAT}

Além da caracterização sonora dos espaços, outro dos principais objetivos deste trabalho era analisar até que ponto a paisagem sonora das áreas naturais está degradada pela ação do homem. Este fenómeno pode ser avaliado pelo parâmetro L_{nat} , que, idealmente deve corresponder à mediana L_{A50} (significaria que a mediana medida é igual à mediana na ausência de ruído de origem antropogénica e logo, a ausência de ruído) o que, embora se verifique em algumas situações, não é recorrente. Para um bom ambiente sonoro natural é necessário que, em pelo menos 50% do parque, predomine o som natural durante um período correspondente a 75% do tempo [112]. Este valor representa um valor de L_{nat} inferior a L_{A63} (correspondente a uma percentagem de 25% do tempo de medição em que foi audível ruído antropogénico). Pela análise do quadro 6.14. e 6.15., é possível observar os valores de L_{nat} dos vários pontos, áreas e parques dispostos.

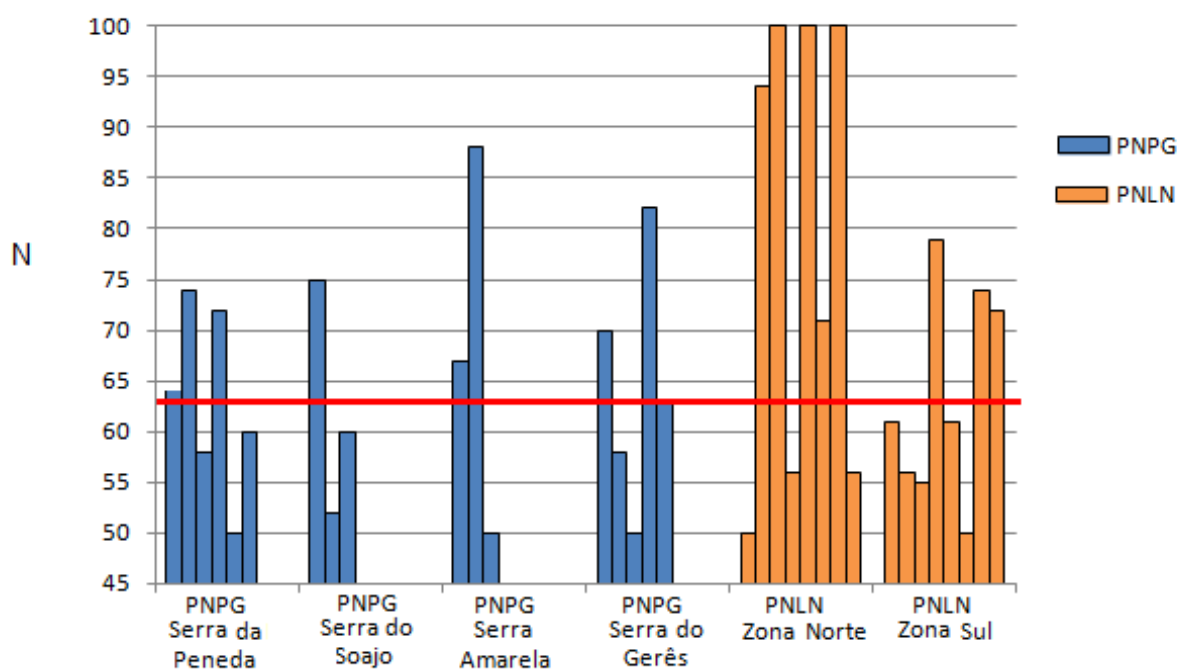


Figura 6.9. – Valores de L_{nat} nos vários pontos. A linha horizontal a vermelho assinala o valor recomendado [112] como limite máximo de L_{nat} ($\approx L_{A63}$)

Quadro 6.14. – Valores de L_{nat} no PNPG. ($L_{nat} \approx L_{A50} \text{ s/PAX}$)

Zona	Ponto	L_{nat}	% de tempo sem ruído antropogénico	L_{nat} médio
PNPG Serra da Peneda	1	L_{A64}	72	L_{A63}
	2	L_{A74}	52	
	3	L_{A58}	84	
	4	L_{A72}	56	
	5	L_{A50}	100	
	6	L_{A60}	80	
PNPG Serra do Soajo	7	L_{A75}	50	L_{A62}
	8	L_{A52}	96	
	9	L_{A60}	80	
PNPG Serra Amarela	10	L_{A67}	66	L_{A68}
	11	L_{A88}	24	
	12	L_{A50}	100	
PNPG Serra do Gerês	13	L_{A70}	60	L_{A65}
	14	L_{A58}	84	
	15	L_{A50}	100	
	16	L_{A82}	36	
	17	L_{A63}	74	

Quadro 6.15. – Valores de L_{nat} no PNPL. ($L_{nat} \approx L_{A50}$ s/PAX)

Zona	Ponto	L_{nat}	% de tempo sem ruído antropogénico	L_{nat} médio
PNLN Zona Norte	18	L_{A50}	100	L_{A78}
	19	L_{A94}	12	
	20	L_{A100}	0	
	21	L_{A56}	88	
	22	L_{A100}	0	
	23	L_{A71}	58	
	24	L_{A100}	0	
	25	L_{A56}	88	
PNLN Zona Sul	26	L_{A61}	78	L_{A64}
	27	L_{A56}	88	
	28	L_{A55}	90	
	29	L_{A79}	42	
	30	L_{A61}	78	
	31	L_{A50}	100	
	32	L_{A74}	52	
	33	L_{A72}	56	

É de realçar o facto de, apesar dos valores globais médios dos parques excederem o valor de L_{A63} , pelo menos 50% dos pontos medidos em cada parque terem valores inferiores a esse limite (representando pelo menos 75% do tempo de medição sem a presença de ruídos antropogénicos), conforme se pode verificar na figura 6.9. No Parque Nacional da Peneda e Gerês, a interferência humana na paisagem é muito inferior à registada no Parque Natural do Litoral Norte, não se tendo registado nenhum ponto onde se registasse 100% de ruído durante as medições. No entanto, é possível verificar essa influência quando se olha para os valores perto de focos populacionais como Lindoso (ponto 11, na Serra Amarela), Pitões das Júnias (ponto 16, na Serra do Gerês) ou os pontos 1. e 2. referentes a Castro Laboreiro. De notar o mau comportamento de praticamente todas as portas de entrada do parque, exceção feita à porta de Lamas de Mouro, que se explica pela presença de pessoal e de visitantes mas também com ruído vindo das próprias instalações (como equipamentos de ar condicionado, no Mezio) ou de instalações próximas (como um clube existente na proximidade da porta de Campo do Gerês). Contrariamente ao que seria de esperar, são raros os locais onde se pode estar sem interferência de ruído antropogénico (foram registados apenas três pontos nesta situação). Isto deve-se em grande parte ao tráfego aéreo que atravessa a área do parque.

O Parque Natural do Litoral Norte apresenta 50% dos pontos de medição abaixo do valor limite mas destaca-se pela negativa a Zona Norte. Apesar de estar menos pressionada urbanisticamente nos

terrenos do parque, esta envolve uma área muito estreita sendo sujeito ao ruído vindo de fontes exteriores ao parque, como é o caso da EN 13 nos pontos 19, 20 e 22 ou a cidade de Esposende nos pontos 23 e 24 onde se registou ruído durante longos períodos de tempo nas medições (em alguns pontos foi possível verificar a ocorrência de ruído durante a totalidade dos períodos de medição). Realce ainda para o ponto 1 desta zona onde o som de veículos circulando a muito curta distância foi mascarado por uma forte rebentação do mar.

Na Zona Sul, tal como seria de esperar, apenas nas zonas mais perto de áreas de intervenção humana como as torres de Ofir (pontos 32 e 33) ou a zona limítrofe revelaram uma maior degradação da paisagem sonora natural.

6.4.2. L_{Aeq}

Analisando o quadro 6.16. e a figura 6.10 pode-se observar que os locais mais ruidosos no PNPG são precisamente os locais onde se encontram os maiores focos populacionais, Castro Laboreiro na Serra da Peneda e Lindoso na Serra Amarela. Lindoso tem ainda a agravante de ser passagem obrigatória no principal acesso de toda a região a Espanha. No caso do Parque Natural do Litoral Norte, como este parque se encontra praticamente absorvido pela urbanização em toda a área abrangente torna-se por vezes difícil distinguir o que é considerado como área natural ou como área urbana. Esta pressão urbanística é mais evidente na Zona Sul, muito por culpa dos grandes empreendimentos turísticos e hoteleiros da região enquanto que a Zona Norte, está mais direccionada para as práticas agrícolas. No entanto, em virtude de as condições meteorológicas em que se realizaram as medições não se adequarem ao turismo que marca a Zona Sul, e também, por a largura de área afeta ao parque ser superior nesta zona permite um maior distanciamento das fontes de ruído, pelo que esta apresenta melhores resultados com um L_{Aeq} de 51 dB face aos 52 da Zona Norte.

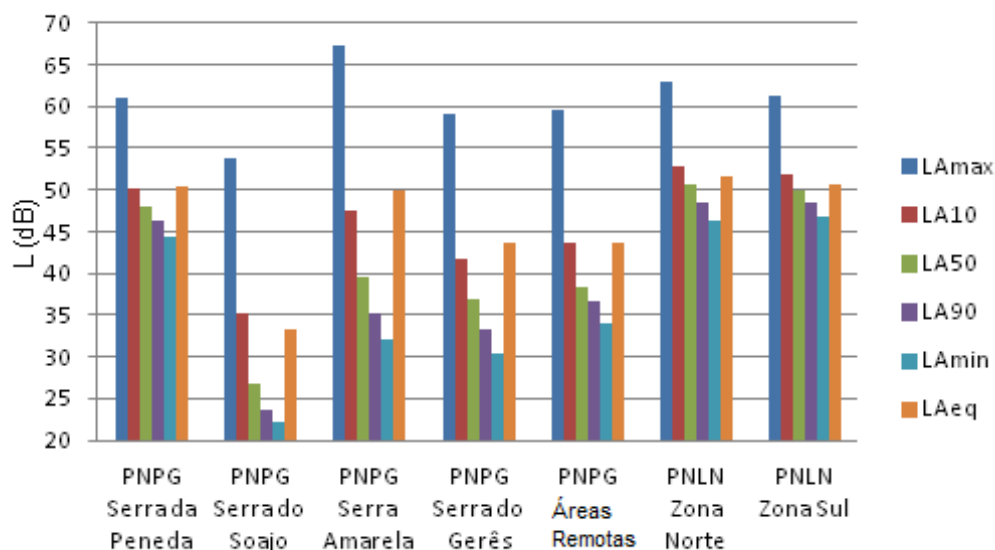


Figura 6.10. – Valores médios obtidos nas medições (por área)

Quadro 6.16.: Resultados médios obtidos nas diversas zonas de medição (médias aritméticas)

Pontos	L_{Amax} (dB)	L_{A10} (dB)	L_{A50} (dB)	L_{A90} (dB)	L_{Amin} (dB)	L_{Aeq} (dB)	L_{nat} ($\approx L_{A50}$ s/PAX)	ΔL_A ($= L_{A10} - L_{A90}$) (dB)
PNPG – Serra da Peneda	58,2	50,1	48,1	46,3	44,4	50,5	L_{A63}	4,4
PNPG – Serra do Soajo	53,9	35,2	26,8	23,7	22,3	33,2	L_{A62}	11,2
PNPG – Serra Amarela	67,3	47,5	39,5	35,3	32,0	50,0	L_{A68}	12,2
PNPG – Serra do Gerês	59,0	41,7	36,8	33,2	30,4	43,7	L_{A65}	8,5
PNPG – Zonas Remotas	59,7	41,8	37,9	36,3	34,6	43,7	L_{A56}	5,6
PNLN – Zona Norte	62,9	52,9	50,6	48,6	46,2	51,6	L_{A78}	4,6
PNLN – Zona Sul	61,2	51,9	49,9	48,5	46,8	50,7	L_{A64}	3,1

Assim, avaliando até por um ponto de vista da pressão urbanística, não é de estranhar que os valores médios de L_{Aeq} (figura 6.11.) do Parque Nacional da Peneda e Gerês sejam bastante inferiores aos verificados no Parque Natural do Litoral Norte, isto apesar dos valores elevados encontrados na Serra da Peneda com $L_{Aeq} = 50,5$ dB e da Serra Amarela, com $L_{Aeq} = 50,0$ dB, que por serem as regiões com maior densidade populacional apresentam valores de L_{Aeq} tão contrastantes com as áreas menos ruidosas do PNPG como a Serra do Soajo (zona menos ruidosa) que apresenta um L_{Aeq} de 33,2 dB e da Serra do Gerês onde esse valor é de 43,7 dB. Essa diferença entre as zonas mais habitadas e as zonas mais remotas é verificado comparando com o valor médio das áreas mais remotas estudadas. No entanto, o facto do PNLN se situar maioritariamente no litoral (raros são os locais onde o som do mar não é escutado) faz com que tendencialmente os seus valores já se esperassem à partida mais elevados o que apresentando, por outro lado, o benefício de mascarar algum do ruído produzido pelo ser humano. Devido à extensão geográfica e ao número de pontos usados nos parques estudados, um ponto médio não foi considerado nesta análise por poder não ser representativo.

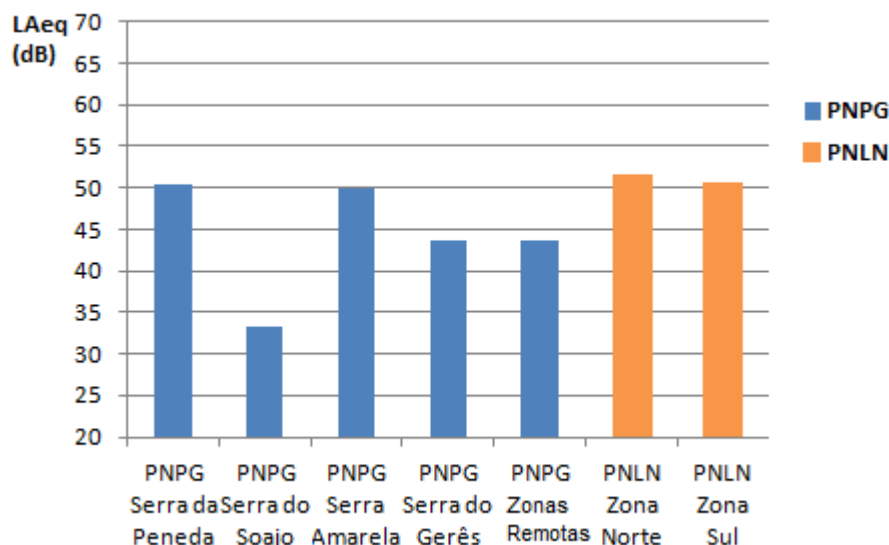


Figura 6.11. – Valores médios de L_{Aeq} registados nas diversas áreas

Os ambientes considerados mais ruidosos são as duas áreas do Parque Natural do Litoral Norte, especialmente a Zona Norte e a áreas da Serra Amarela e da Peneda, estas duas muito por arrasto da povoação do Lindoso e de Castro Laboreiro. A zona com ambiente mais silencioso, correspondeu também ao valor de L_{nat} mais perto do L_{50} e onde, portanto, se ouvem menos ruídos provocados pelo homem, a Serra do Soajo.

Dos pontos medidos, os mais ruidosos foram o ponto localizado perto das “Torres de Ofir” na Zona Sul do PNLN e três pontos medidos pertos de água, os dois pontos medidos à beira mar, no PNLN e um outro perto de um curso de água, na serra da Peneda, todos com valores de L_{Aeq} superiores a 60 dB. No outro verso da medalha, os locais mais silenciosos foram dois pontos de grande interesse turístico na Serra do Soajo, as mamoadas e a mata do Mezio com valores de L_{Aeq} inferiores a 30 dB. No caso das “Torres de Ofir” é interessante verificar que, entre os dois pontos medidos nesse local (ponto 32 ao lado dos edifícios e o ponto 33 nas traseiras dos edifícios), o L_{Aeq} varia 11 dB, o que sugere um “efeito de barreira” por parte dos edifícios.

6.4.3. L_{A10} , L_{A50} e L_{A90}

Os valores de L_{A10} , L_{A50} e L_{A90} (figura 6.12. e quadro 6.16.) permitem-mos avaliar o “ruído de ponta”, a “mediana” e o “ruído de fundo”, respetivamente.

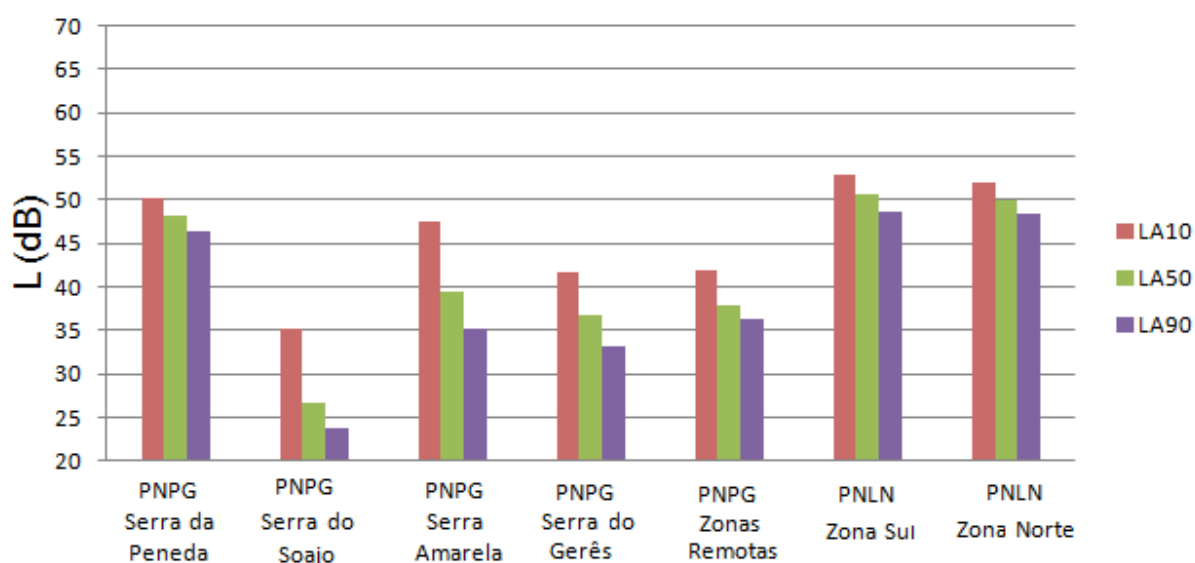


Figura 6.12. Valores médios de L_{A10} , L_{A50} e L_{A90} , obtidos nas medições (por zona)

Os valores destes três parâmetros são manifestamente inferiores nas áreas do PNPg face ao PNLN. Este facto pode ser explicado quer pelo maior distanciamento das áreas do PNPg a grandes zonas urbanas mas também pela proximidade costeira do PNLN. Esta proximidade, embora cause valores mais elevados (as duas áreas do PNLN registam os valores mais elevados), possibilita o mascaramento de alguns ruídos. Este facto pode ser uma explicação para que os valores de L_{A10} , L_{A50} e L_{A90} não apresentem uma discrepância tão grande de valores entre si, quando comparados com as áreas do PNPg.

A reduzida dimensão do PNLN faz com que a paisagem sonora seja semelhante em praticamente toda a sua extensão (influenciada pela proximidade do mar e focos populacionais), pelo que os valores das duas zonas são bastante próximos. Por sua vez, a grande dimensão do PNPg reflete-se numa grande variedade de paisagens sonoras (zonas de floresta, zonas habitacionais, zonas de rio, entre outras) que facilmente se verifica pela diferença de valores entre áreas do parque, sendo a Serra do Soajo a área onde se registaram valores mais baixos. O local onde se verificaram os valores mais baixos de ruído de fundo (27,0 dB), mediana (22,0 dB) e ruído de ponta (21,0 dB) foi o ponto 8, junto das Mamoas do Mezio (Serra do Soajo, PNPg). Os locais onde se registaram os valores mais elevados de L_{A10} , L_{A50} e L_{A90} foram os dois pontos à beira mar do PNLN, o ponto 18 na Zona Norte e o ponto 31 na Zona Sul, com valores próximos 66 dB, 65 dB e 63 dB, respetivamente.

6.4.4. ΔL_A

Um parâmetro que permite avaliar a degradação da paisagem sonora é o parâmetro ΔL_A , ou seja, a diferença entre o ruído de fundo e o ruído de ponta. Observando a figura 6.13. e o quadro 6.16 podemos concluir que a degradação é maior no PNPg. Conforme referido anteriormente, este facto pode ser explicado por se verificar neste parque um nível sonoro mais baixo do que no PNLN (mais urbano e localizado junto ao mar) e como tal, existe uma maior discrepância entre os valores do nível sonoro na presença do ruído antropogénico e os valores registados na ausência de ruído. As zonas mais degradadas revelaram ser a Serra do Soajo (11,2 dB) e a Serra Amarela (12,2 dB) do PNPg, contrastando com a Zona Sul do PNLN (3,1 dB) que apresentou os valores mais baixos. No PNPg, as zonas mais remotas do apresentaram também valores de degradação bastante baixos (5,6 dB)

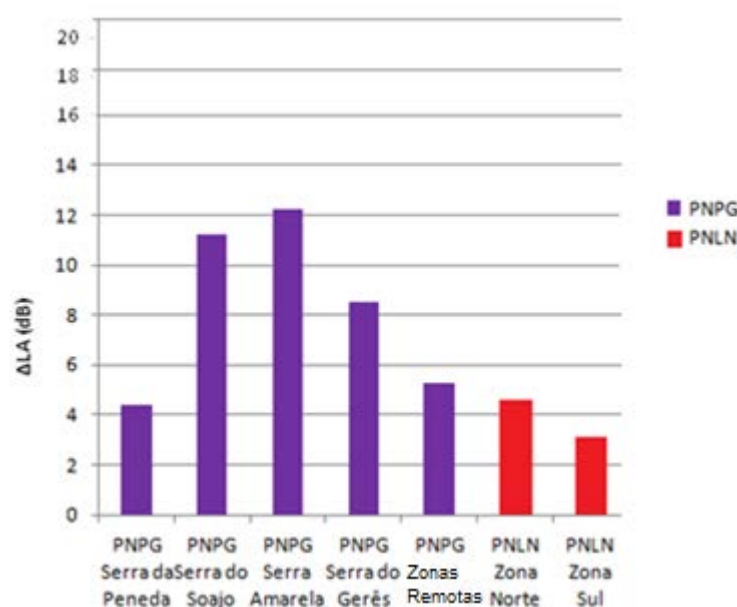


Figura 6.13. - $\Delta L_A (=L_{A10} - L_{A90})$, ou a degradação da paisagem sonora nas diferentes zonas

Analisando a degradação das várias zonas ao pormenor podemos verificar que as zonas mais degradadas foram as portas do Mezio, na Serra do Soajo (20 dB) e do Lindoso, na Serra amarela (18,5 dB) explicados pela grande discrepância de valores verificados nas alturas de ruído em contraste com o “silêncio” dos sons naturais.

Outra questão pertinente é tentar avaliar qual o impacto das atividades realizadas no exterior do parque para a paisagem sonora no seu interior. Conforme foi dito anteriormente, no caso do Parque Natural do Litoral Norte torna-se impossível dissociar uma coisa da outra pela reduzida dimensão do parque e pela forte presença humana na área. Na situação do Parque Nacional da Peneda e Gerês, realizaram-se medições nas “entradas” do parque, as chamadas “Portas” cujos resultados podem ser comparados com o de outras áreas mais afastadas.

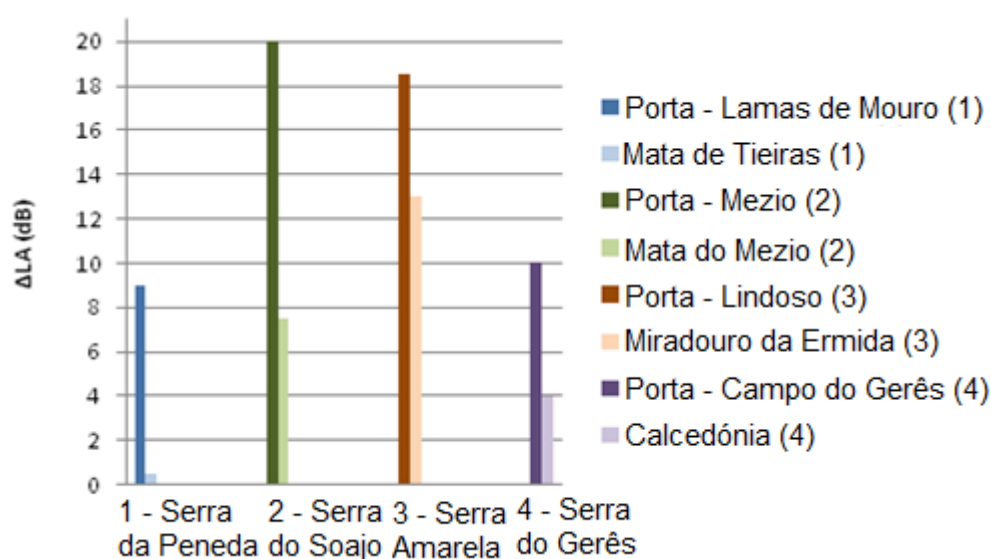


Figura 6.14. Comparação dos valores de degradação das regiões fronteira do Parque (cores escuras à esquerda) com as zonas mais interiores (cores claras à direita)

A figura 6.14. é esclarecedora quanto à influência das Portas, previstas como pontos de circulação, e zonas mais remotas. Este quadro deve-se acentuar nos meses quentes, atendendo a que a utilização do Gerês e mais ainda das portas turísticas é, efetivamente, um fenómeno sazonal pelo que o ruído na altura do ano das medições não terá sido tão intenso. Não deixa de ser interessante verificar que as duas portas mais ruidosas (Lindoso e Mezio) são as que se encontram no acesso para Espanha enquanto as portas de Campo de Gerês e Lamas de Mouro dão acesso a áreas mais reservadas do parque.

Outra questão levantada no início deste trabalho seria o possível mascaramento dos ruídos pelos sons da natureza. Isto verificou-se no Parque Natural do Litoral Norte, nas medições perto do mar, onde o som da rebentação impedia que se ouvissem os sons provocados pelo homem embora, por vezes, fossem visíveis fontes de ruído como a passagem de automóveis, tendo sido os ponto com menores valores de ΔL_A das zonas em que se inserem (3,5 dB, o ponto 18 e 2,0 dB o ponto 31, que podem ser explicados pelo intervalo de rebentação das ondas).

Os resultados obtidos neste trabalho são, apesar de tudo, subjetivos uma vez que é impossível caracterizar todos os locais de espaços tão vastos e diversificados e utilizando períodos de referência em vez de uma, preferível, medição em contínuo. Surge ainda o obstáculo da sazonalidade da utilização destes espaços, claramente mais virados para o verão que não permite uma imagem geral correta da paisagem acústica destes locais. Seria também importante para uma melhor compreensão do fenómeno acústico em áreas protegidas a medição de outros parâmetros como a análise em frequência e temporal.

6.4.5. Efeito da ronca de nevoeiro

Durante o primeiro período de medições, devido às condições meteorológicas, esteve em funcionamento a ronca de nevoeiro do farol de Esposende, PNLN, que foi audível em alguns pontos. Esse fator levou a que os valores desses mesmos pontos não fossem considerados para o trabalho. No entanto os valores foram registados para se poder perceber a influência deste ruído na paisagem sonora do PNLN. No quadro 6.17. estão registados os valores dos pontos com a influência da ronca de nevoeiro.

Quadro 6.17. Registo dos valores médios dos pontos influenciados pela ronca de nevoeiro no PNLN

Ponto	L_{A10} (dB)	L_{A50} (dB)	L_{A90} (dB)	L_{Amin} (dB)	L_{Amax} (dB)	L_{Aeq} (dB)	$\Delta L_A (= L_{A10} - L_{A90})$ (dB)
18	66,0	64,0	62,0	58,8	70,0	65,0	4,0
19	49,5	47,0	45,5	43,8	61,3	48,2	4,0
20	52,5	49,5	46,5	43,2	59,9	50,2	6,0
23	72,2	49,5	48,0	46,2	79,3	66,7	24,2
24	55,5	47,5	45,5	43,7	69,3	52,6	10,0
32	62,0	61,0	60,0	57,3	65,8	61,4	2
33	47,5	46,0	45,0	43,4	56,2	46,7	2,5

Pelas figuras 6.15., 6.16. e 6.17., podemos verificar que o ponto mais afetado é o ponto 23, precisamente o mais próximo da fonte sonora, e local onde este evento elevava o nível de pressão

sonora em cerca de 20 dB (A). Nos restantes pontos o efeito nos valores da ronca de nevoeiro é variável. A distância, juntamente com outros ruídos com origem mais próxima acaba por tornar o seu ruído audível mas sem uma interferência tão assinalável como no ponto 23. Apenas no ponto 19, pela sua proximidade e ausência de fontes de ruído mais próximas se regista uma diminuição dos valores medidos. No ponto 18 e 24, apesar da sua proximidade fazer supor uma forte influência da ronca, a forte ondulação no primeiro e a proximidade de um estabelecimento com esplanada, de uma marina, de um parque de estacionamento e do centro de Esposende no segundo, acabam por ter uma maior influência nos valores das medições, ainda que se registre um melhoria nos valores de ΔL_A .

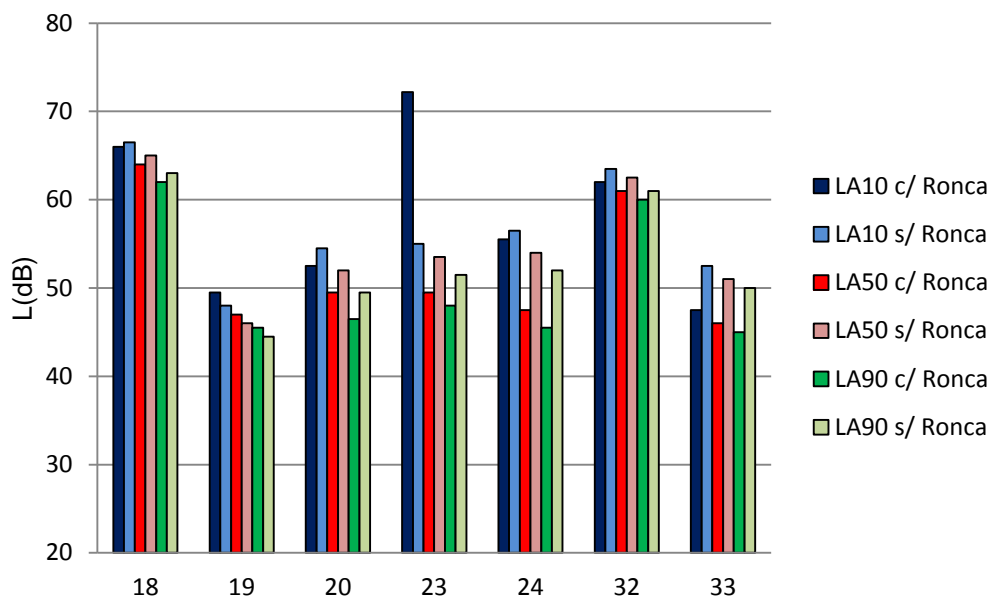


Figura 6.15. Comparação entre os valores de L_{A10} , L_{A50} e L_{A90} com e sem o funcionamento da ronca de nevoeiro

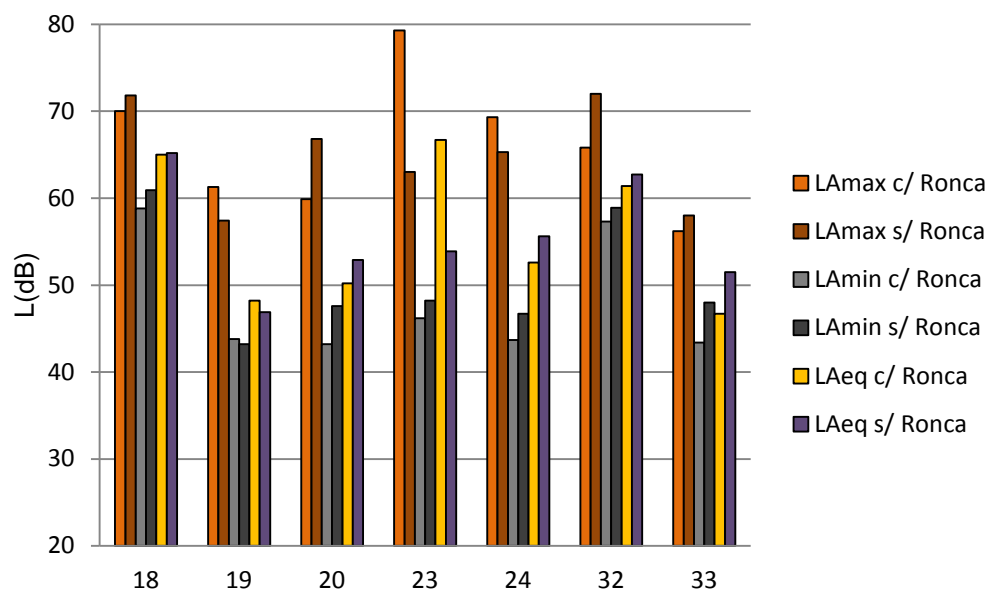


Figura 6.16. Comparação entre os valores de L_{Amax} , L_{Amin} e L_{Aeq} com e sem o funcionamento da ronca de nevoeiro

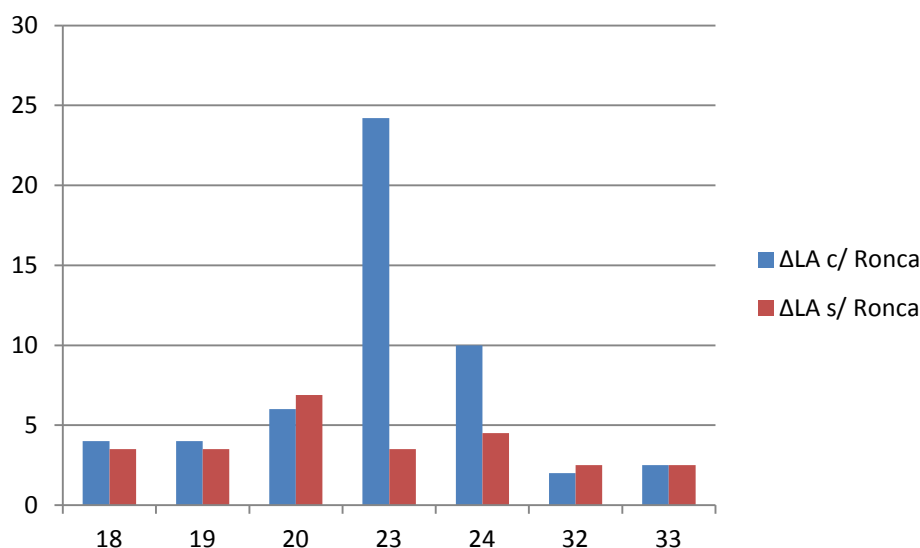


Figura 6.17. - ΔL_A ($=L_{A10} - L_{A90}$), ou a degradação da paisagem sonora com e sem a influência da ronca de nevoeiro

6.5. COMPARAÇÃO DE RESULTADOS

6.5.1. COMPARAÇÃO COM PARQUES NORTE-AMERICANOS

Como termo de comparação, foram escolhidos os resultados obtidos em parques nacionais nos Estados Unidos da América [4].

No quadro 6.18 encontram-se dispostos os valores médios das medições realizadas nos vários parques.

Quadro 6.18. Valores médios das medições realizadas nos diferentes parques. (NM: *National Monument*; NP: *National Park*; NHS: *National Historical Site*; NPR: *National Preserve*; NS: *National Seashore*; NB: *National Battlefield*; NMP: *National Military Park*; NME: *National Memorial*; NHP: *National Historic Site* e NRA: *National Recreational Area* [dados referentes a 4 fornecidos pelo autor]. * Devido à extensão geográfica do parque e ao número de pontos usados, um valor único médio, pode não ser representativo do nível sonoro geral do Parque

Nome	Inicial	L_{Amin} (dB)	L_{A90} (dB)	L_{A50} (dB)	L_{A10} (dB)	L_{Amax} (dB)	L_{Aeq} (dB)	ΔL_A ($=L_{A10} - L_{A90}$) (dB)
Parque Natural do Litoral Norte *	PNLN	46,6	48,6	50,3	52,4	62,1	51,2	3,9
Parque Nacional da Peneda e Gerês *	PNPG	32,3	34,6	37,8	43,6	59,6	44,3	9,1
Acadia NP	ACAD	20,4	27,9	30,9	36,2	49,6	34,6	8,4

Nome	Inicial	L _{Amin} (dB)	L _{A90} (dB)	L _{A50} (dB)	L _{A10} (dB)	L _{Amax} (dB)	L _{Aeq} (dB)	ΔL_A (=L _{A10} – L _{A90}) (dB)
Arches NP	ARCH	21,7	22,0	23,1	30,9	46,8	-	8,9
Bandelier NM	BAND	20,4	21,6	24,4	36,8	47,3	31,1	15,2
Big Thicket NPR	BITH	28,0	31,9	36,4	42,1	55,3	48,6	10,3
Canyon De Chelly NM	CACH	22,3	24,8	29,9	36,7	50,0	34,5	11,8
Cape Hatteras NS	CAHA	43,4	46,3	48,5	51,4	61,7	50,1	5,1
Canyonland NP	CANY	18,4	18,9	20,3	28,2	47,4	-	9,3
Cedar Breaks NM	CEBR	19,5	22,7	27,5	34,9	42,6	32,4	12,2
City Of Rocks NPR	CIRO	20,3	21,8	25,7	33,5	50,8	31,9	11,6
Devils Postpile NM	DEPO	22,3	23,6	32,0	29,4	42,7	41,6	5,9
Dry Tortugas NP	DRTO	41,7	43,4	45,1	48,0	61,1	54,6	4,6
El Malpais NM	ELMA	13,7	16,8	21,8	22,6	39,4	36,7	5,8
El Morro NM	ELMO	13,3	26,1	23,0	29,1	37,4	34,0	3,0
Everglades NP	EVER	30,3	34,8	39,4	44,5	56,1	52,5	9,8

Nome	Inicial	L_{Amin} (dB)	L_{A90} (dB)	L_{A50} (dB)	L_{A10} (dB)	L_{Amax} (dB)	L_{Aeq} (dB)	ΔL_A (= $L_{A10} - L_{A90}$) (dB)
Fort Raleigh NHS	FORA	24,5	-	28,9	32,9	42,6	31,9	-
Great Sand Dunes NP and NPR	GRSA	16,8	19,7	24,6	33,0	50,4	31,5	13,3
Great Smoky Mountains NP	GRSM	3,2	29,4	32,5	38,5	52,0	46,6	9,1
Guilford Courthouse NMP	GUCO	39,7	43,0	45,9	49,2	61,4	47,4	6,2
Kenai Fjords NP	KEFJ	39,7	41,0	42,1	44,2	54,5	50,5	3,2
Lake Meredith NRA	LAMR	27,9	31,6	36,3	44,3	66,0	45,1	12,7
Minute Man NHP	MIMA	24,0	-	27,6	32,4	44,5	31,6	-
Monocacy NB	MONO	28,6	-	32,9	36,3	44,5	42,1	-
Mount Rainier NP	MORA	27,9	29,0	30,4	33,7	48,9	37,9	4,7
Mount Rushmore NM	MORU	13,0	21,4	17,1	23,1	35,0	27,9	1,7
Muir Woods NM	MUWO	30,3	32,5	35,3	40,6	59,5	55,5	8,1
Navajo NM	NAVA	16,6	20,1	23,6	32,0	46,9	30,5	11,9

Nome	Inicial	L _{Amin} (dB)	L _{A90} (dB)	L _{A50} (dB)	L _{A10} (dB)	L _{Amax} (dB)	L _{Aeq} (dB)	ΔL_A (=L _{A10} – L _{A90}) (dB)
Olympic NP	OLYM	28,2	29,9	31,8	35,3	50,3	34,8	5,4
Organ Pipe Cactus NM	ORPI	27,0	29,6	34,0	40,5	57,3	53,2	10,8
Petrified Forest NP	PEFO	17,5	20,3	16,3	21,4	31,5	20,0	1,1
San Antonio Missions NHP	SAAN	43,6	46,6	49,0	54,5	73,2	53,5	8,0
Sand Creek Massacre NHS	SAND	30,5	34,9	40,1	47,8	60,7	47,4	12,9
Sequoia and Kings Canyon NP	SEKI	33,4	34,4	35,8	39,5	54,5	50,5	5,1
Wright Brothers NM	WRBR	27,3	-	32,4	34,8	43,9	33,9	-
Yosemite NP	YOSE	25,7	28,0	31,2	37,8	53,9	51,7	9,8
Zion NP	ZION	23,9	-	27,4	31,3	39,1	29,6	-

Observando a figura 6.18. pode-se concluir que os valores de degradação da paisagem sonora dos parques estudados nos dois países se encontram dentro da mesma gama de valores destacando-se até o comportamento do PNLN, apresentando-se como um dos “melhores parques”. O PNPG, apesar de revelar valores elevados, apresenta valores de degradação da paisagem sonora inferiores aos de parques nacionais como *Canyonlands National Park* (CANY), *Utah*, *Everglades National Park* (EVER), *Florida*, ou *Yosemite National Park* (YOSE), *California*.

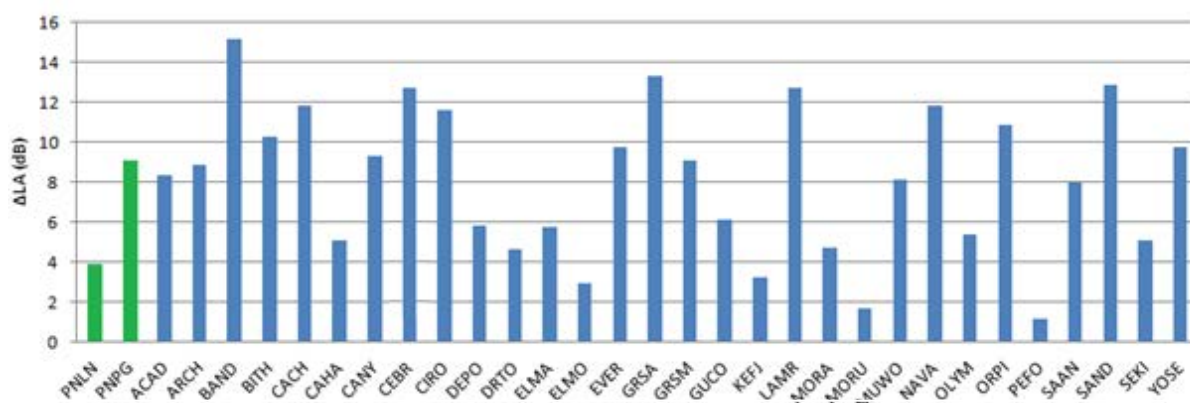


Figura 6.18. – Comparação dos valores de ΔL_A (dB) nos parques portugueses e em 30 parques dos EUA [Valores referentes a 4 cedidos pelo autor]

Já no que toca aos valores mínimos, o caso muda de figura. Como se pode ver pela análise da figura 6.19. os dois casos de estudo portugueses figuram entre as piores situações (o PNLN é mesmo o pior), situação que se repete na análise dos níveis sonoros do ruído de fundo (figura 6.20.), valores de mediana (figura 6.21.) e de ruído de ponta (figura 6.22.). No caso dos parques nos EUA, aqueles que apresentam valores mais elevados são o parque costeiro de *Cape Hatteras National Seashore* (CAHA), *North Carolina*, os parques nacionais *Dry Tortugas National Park* (DRTO), *Florida*, e *Kenai Fjords National Park* (KEFJ), *Alaska*, o parque histórico *San Antonio Missions National Historical Park* (SAAN), *Texas*, o local histórico de *Sand Creek Massacre National Historical Site* (SAND), *Colorado*, e o parque militar de *Guilford Courthouse National Military Park* (GUCO), *North Carolina*. Destes parques, tanto o SAAN como o GUCO são áreas turísticas e culturais, vocacionadas para receber bastantes turistas com bastantes atividades culturais e, por isso, tendencialmente mais ruidosos.

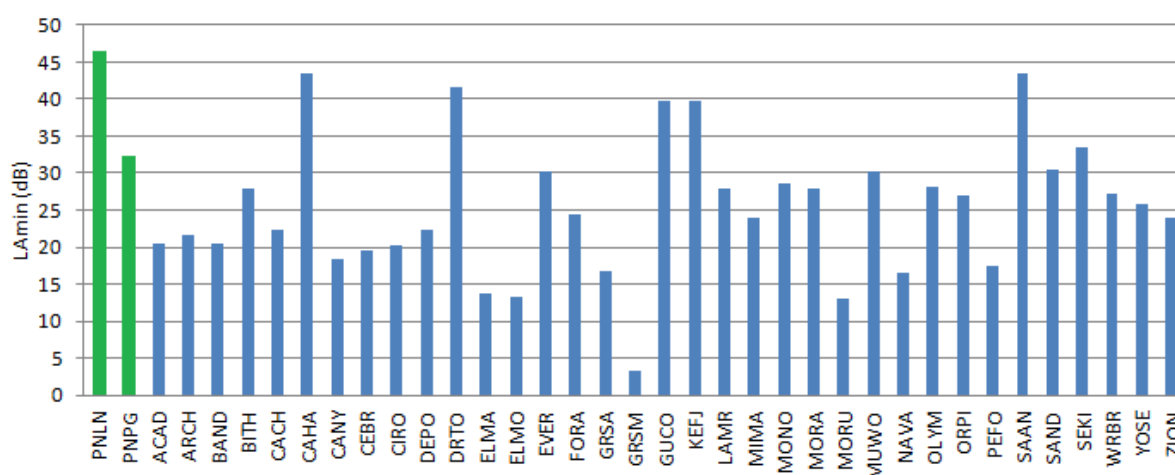


Figura 6.19. Comparação dos valores de L_{Amin} (dB) nos parques portugueses e em 35 parques dos EUA [Valores referentes a 4 cedidos pelo autor]

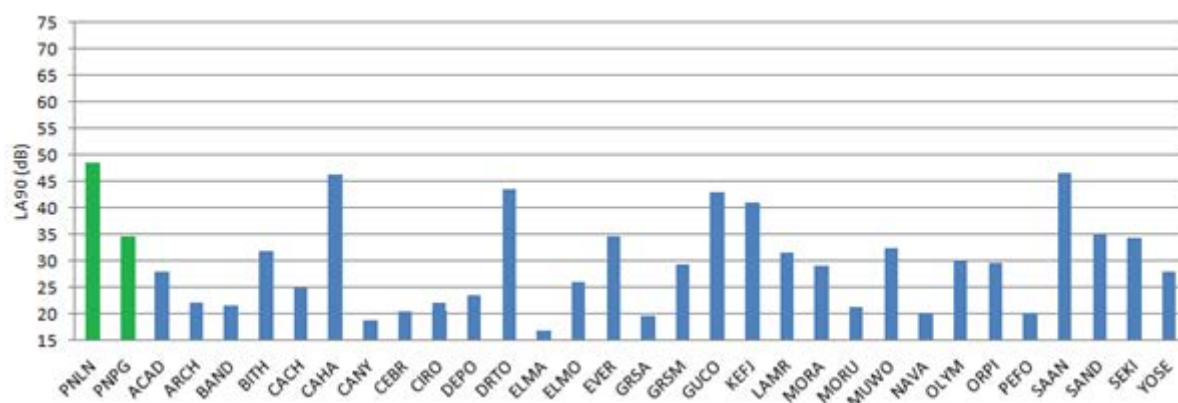


Figura 6.20. - Comparação dos valores de ruído de fundo (L_{A90} (dB)) nos parques portugueses e em 30 parques dos EUA [Valores referentes a 4 cedidos pelo autor]

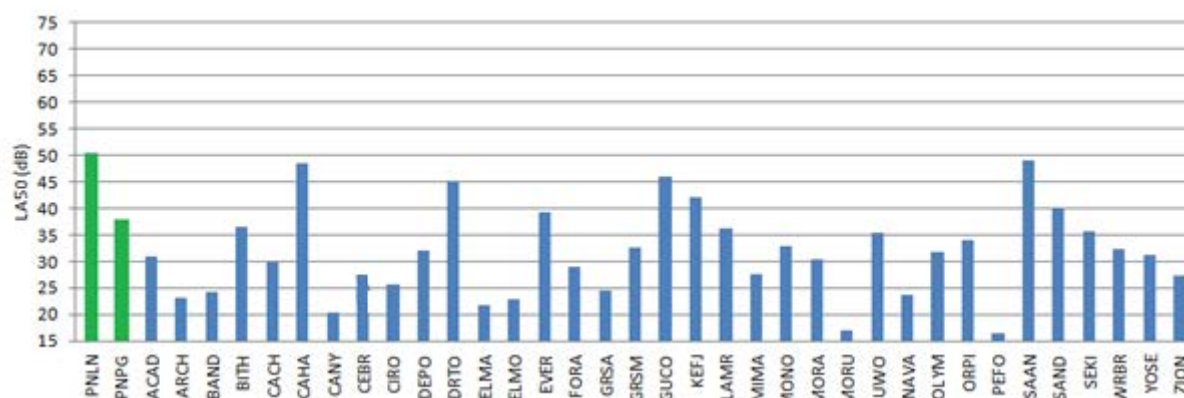


Figura 6.21. – Comparação dos valores de mediana (L_{A50} (dB)) nos parques portugueses e em 35 parques dos EUA [Valores referentes a 4 cedidos pelo autor]

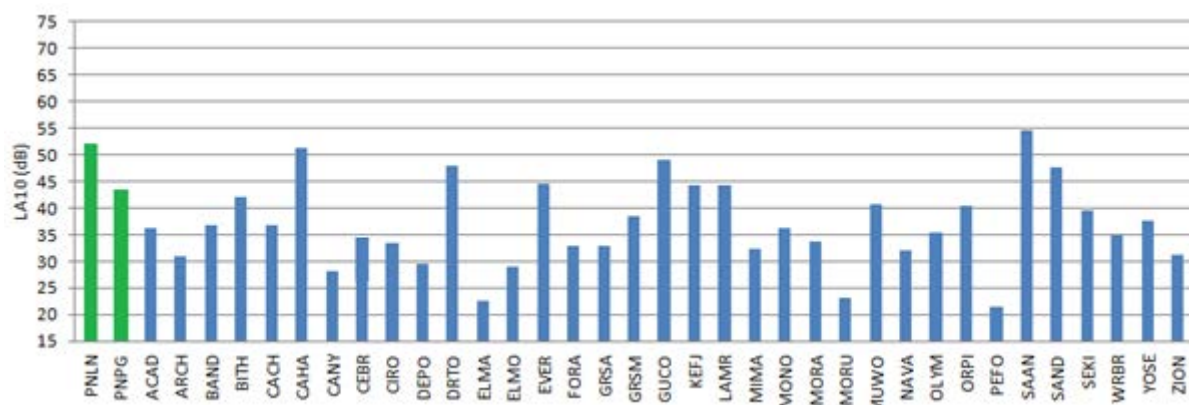


Figura 6.22. – Comparação dos valores de ruído de ponta (L_{A10} (dB)) nos parques portugueses e em 35 parques dos EUA [Valores referentes a 4 cedidos pelo autor]

Relativamente aos valores máximos (figura 6.23.), embora se registem valores elevados nos casos de estudo portugueses, foram encontradas situações mais gravosas nos Estados Unidos da América, como o *San Antonio Missions National Historical Park, Texas*, que apresenta que regista mais de 70 dB no L_{Amax} . No entanto, é de destacar que a grande maioria dos parques nos EUA com elevados valores de

L_{Amax} são parques cuja função é mais servirem como áreas culturais e de recreação, onde é de se esperar elevados valores de ruído. Perante esta análise, o comportamento dos parques portugueses comparativamente aos parques norte-americanos torna-se ainda mais fraco neste parâmetro em específico.

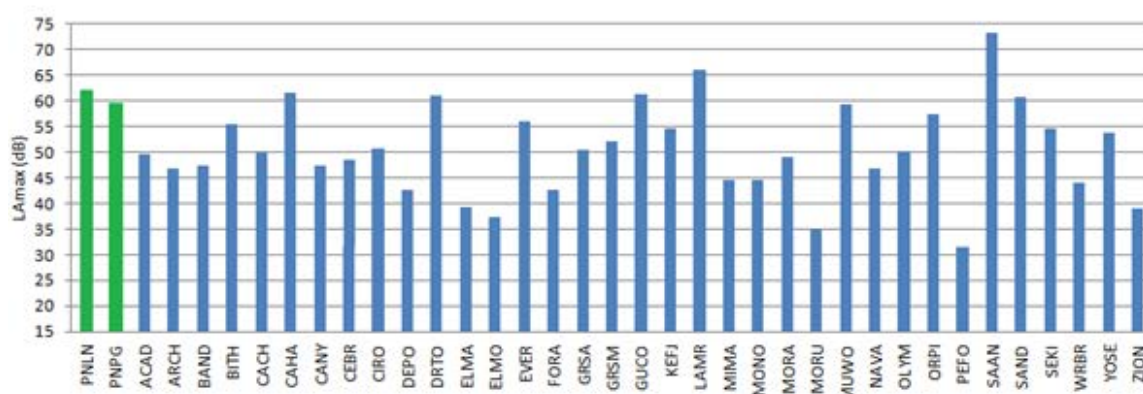


Figura 6.23. – Comparação dos valores de L_{Amax} (dB) nos parques portugueses e em 35 parques dos EUA [Valores referentes a 4 cedidos pelo autor]

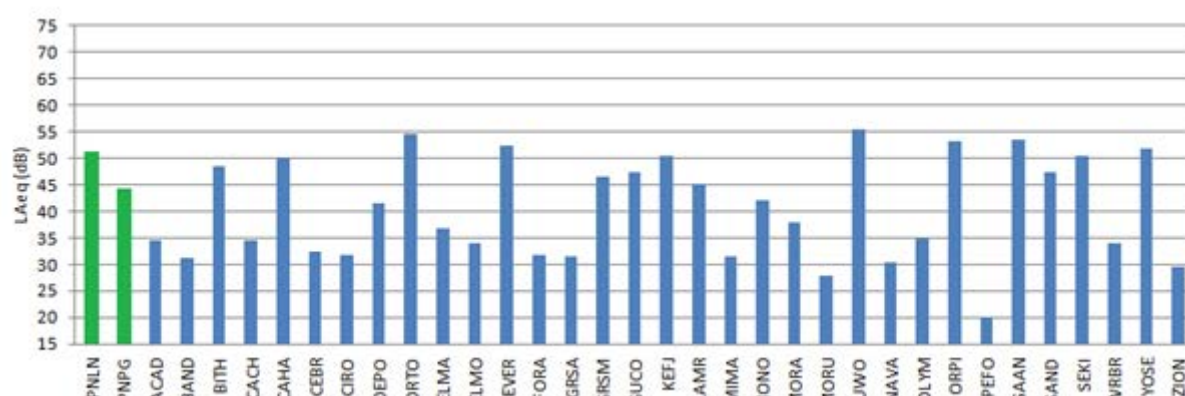


Figura 6.24. – Comparação dos valores de L_{Aeq} (dB) nos parques portugueses e em 33 parques dos EUA [Valores referentes a 4 cedidos pelo autor]

Quanto aos valores de L_{Aeq} (figura 6.24.), o PNPG apresenta valores razoáveis, encontrando-se na média dos restantes parques enquanto o PNLN, embora apresente valores mais elevados, não se encontra como uma das piores situações. No entanto é preciso não esquecer a subjetividade destes valores face à especificidade de alguns destes parques, que se destinam mais ao lazer e à cultura que à preservação da natureza, conforme referido anteriormente. Os parques mais ruidosos foram o *Dry Tortugas National Park* (DRTO), *Florida*, e o *Muir Woods National Monument* (MUWO), *California*.

Conclui-se assim que, embora os valores dos casos de estudo não sejam os ideais, encontram-se muito próximos do que é a realidade de alguns parques nacionais estudados nos Estados Unidos da América. No entanto esta análise é diferente quando se observam apenas as áreas naturais onde, comparativamente aos parques nos EUA, os valores são, normalmente, bastante mais elevados.

6.5.2. COMPARAÇÃO COM PARQUE DA CIDADE DO PORTO

Para efeitos de comparação com o trabalho realizado na cidade do Porto [8], optou-se por utilizar os valores do jardim com características mais similares aos casos de estudos, o Parque da cidade do Porto, que foi também um dos jardins que melhores resultados apresentou.

No quadro 6.19. encontram-se listados resultados médios das medições realizadas nos locais de comparação. Conforme referido anteriormente, devido à extensão geográfica dos parques naturais estudados e ao número de pontos usados, um valor único médio, pode não ser representativo do nível sonoro geral do parque em questão.

Quadro 6.19. – Valores médios das medições realizadas no Parque da Cidade do Porto [8], no PNPG e no PNLN

	L_{Aeq} (dB)	L_{A10} (dB)	L_{A50} (dB)	L_{A90} (dB)	ΔL_A (dB)
Parque da Cidade do Porto	54,8	57,0	51,4	47,4	9,6
PNPG	44,4	43,6	37,8	34,6	9,1
PNLN	51,2	52,4	50,3	48,6	3,9

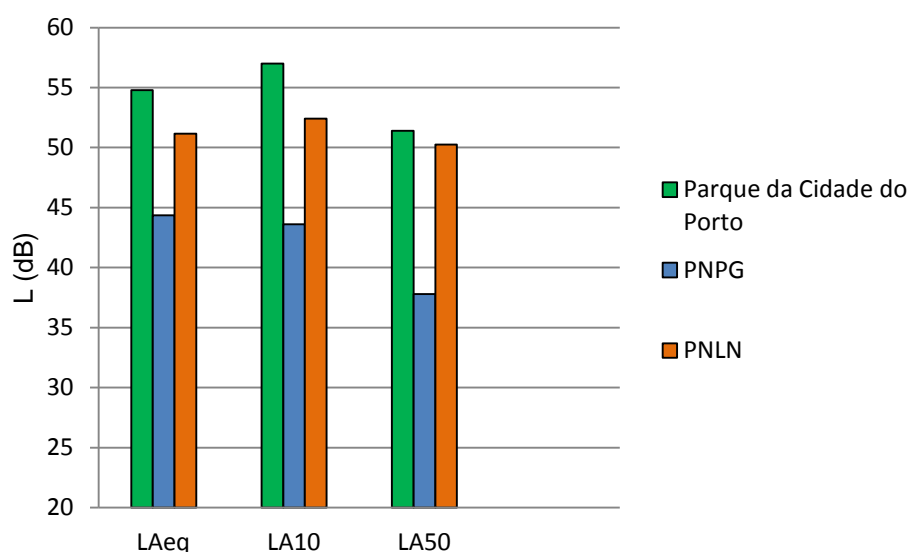


Figura 6.25. – Valores dos vários parâmetros acústicos nas áreas em comparação: Parque da Cidade do Porto [8], PNPG e PNLN

Da análise do quadro e da figura 6.25., podemos concluir que embora os resultados dos parques naturais sejam melhores, alguns valores do Parque da Cidade do Porto assemelham-se com os do Parque Natural do Litoral Norte (tendo até um nível de ruído de fundo inferior). Ainda assim, no geral, pode-se afirmar que os parques estudados são menos ruidosos que o Parque da Cidade do Porto.

Assim, e apesar da existência de uma proximidade de valores em alguns casos, estão bem latentes as qualidades das paisagens sonoras das áreas naturais face aos jardins e parques públicos urbanos, pelo que se recomenda a utilização das áreas naturais na busca de um bom ambiente acústico.

7

SUGESTÕES PARA MELHORIA DA PAISAGEM SONORA

7.1. TIPOS DE INTERVENÇÃO PARA POSSÍVEL MELHORAMENTO DO AMBIENTE ACÚSTICO

7.1.1. BARREIRAS ACÚSTICAS, REDUÇÃO DE VELOCIDADE E MUDANÇA DE PISO

A maioria dos ruídos encontrados nos parques relacionam-se diretamente com o trânsito rodoviário que, à imagem de qualquer infraestrutura de transportes, causa elevados níveis de ruído na vizinhança. Nestes casos a abordagem para a sua mitigação deve dividir-se em dois tipos de intervenção: a prevenção e controlo de ruído na fonte sonora e a atenuação do ruído no percurso (através de barreiras acústicas).

O primeiro tipo de intervenção está ligado diretamente à fonte de ruído, o tráfego, podendo incidir na velocidade de circulação ou no tipo de pavimento das vias de circulação. O método de controlo de ruído mais utilizado é o aumento da distância entre as fontes sonoras e a área a proteger. Na generalidade das situações, a duplicação da distância conduz a uma atenuação do nível sonoro de 3 e 5 dB(A) [116].

Este controlo pode ser conseguido através da separação espacial entre as fontes sonoras e as áreas a proteger através de uma política de zonamento por parte da administração. Isto permitirá estabelecer diferentes usos do solo, usos esses que se adequem ao nível sonoro afastando, por exemplo locais sensíveis das grandes infraestruturas de transporte.

O planeamento de um determinado local deve ser conseguido como um todo, levando em consideração a densidade de habitações a construir e deve depender da exposição ao ruído ambiente, da separação espacial e das atividades compatíveis com o ruído que poderão funcionar como barreiras (como a existência de uma indústria não ruidosa colocada entre uma estrada e um local acusticamente sensível) [116].

No caso do tráfego rodoviário, os factores preponderantes na geração de ruído dependem da velocidade a que circulam: para baixas velocidades (< 30 km/h para ligeiros e < 40 km/h para pesados), o ruído total tem origem predominantemente no funcionamento do motor, enquanto que para velocidades mais elevadas (> 50 km/h ligeiros e > 70 km/h pesados), a fonte dominante é a interação pneu/estrada (que aumenta cerca de 12dB(A) com a duplicação da velocidade de circulação [116].

A redução do ruído proveniente da acção do motor, é possível através de avanços tecnológicos que os tornem mais silenciosos. Estes desenvolvimentos tecnológicos poderão ter origem em estratégias

próprias dos seus produtores, ou então através de limites de emissão definidos pelas entidades competentes de cada país.

Em função desses avanços tecnológicos a nova geração de veículos faz com que o ruído proveniente da interação pneu/estrada represente a quase totalidade do ruído produzido levando à procura de novos materiais mais silenciosos na produção de pneus ou alteração dos pisos de circulação para superfícies menos ruidosas que permitem reduções entre os 2 e os 4 dB(A) (podendo chegar até aos 7 dB(A)) [116].

Outros fatores importantes que afetam o ruído produzido pelo tráfego são o volume, a proporção de veículos pesados e o facto de este ser fluído ou interrompido. O controlo destes fatores passa por uma gestão do tráfego rodoviário e uma redução de velocidade, tranquilização e suavização de tráfego. A gestão do tráfego rodoviário, como redutor de ruído, passa simplesmente por diminuir o trânsito das zonas sensíveis, encaminhando-o e concentrando-o em algumas vias estruturantes. Esta solução pode passar pelo encerramento de vias ou secções, criação de alternativas ou condicionamento da circulação (exclusivo a moradores, restrição a certos tipos de veículo, pagamento de uma taxa de circulação ou restrição horária).

A redução de velocidade, tranquilização e suavização de tráfego, passa pela introdução de limites de velocidade, sistemas automáticos de controlo (sinalização) e até através da educação dos condutores. A redução para metade da velocidade de circulação numa estrada, apresenta em média uma redução do ruído entre 5 e 6 dB(A). Os métodos a utilizar deverão ser eficazes, no sentido de uma real redução sem afectar a necessidade de uma alteração de mudanças. Deverá também ser assegurado que o tráfego correrá fluentemente evitando um estilo agressivo de condução [116].

7.1.2. ADIÇÃO DE SONS NATURAIS NA PAISAGEM SONORA

Um estudo desenvolvido por Nilsson *et al.* [117] revelou que o som de uma fonte de água no interior de um parque conseguia mascarar e reduzir a intensidade do ruído originado pelo tráfego existente no exterior do local, num raio de entre 20 a 30 m da fonte de água, situação também verificada neste estudo em locais perto de fontes de água, como o mar. Assim, esse autor sugere que o som da fonte acrescentou qualidade ao ambiente sonoro do parque, reduzindo a intensidade do ruído de tráfego percebida, aumentando o ruído de fundo.

Ainda assim, a quantidade de ruído mascarado, segundo o estudo, foi menor do que o esperado, pois os resultados apresentados mostram possibilidades, bem como limitações à ideia de mascarar o ruído do tráfego com o som de uma fonte de água. O nível sonoro da fonte deverá ser superior em pelo menos 10 dB(A) ao ruído do tráfego, para o mascarar pelo que durante o estudo, o ruído do tráfego foi apenas parcialmente mascarado perto da fonte onde o nível global da paisagem sonora era entre 5 e 10 dB(A) superior com a fonte de água ligada do que com a fonte desligada. Os resultados mostram que é possível alcançar uma redução do ruído do tráfego, mas apenas numa área restrita à volta da fonte, onde o nível sonoro da fonte excede e domina o nível de ruído de tráfego. Esta área corresponde ao que Brown e Rutherford chamaram de zona de influência [117], onde a intensidade do ruído do tráfego rodoviário é reduzido, mas é audível. Não foi possível, com o som da fonte de água, mascarar por completo o ruído do tráfego, uma zona de exclusão [118], pelo que esta técnica apresenta limitações, em especial em locais perto de vias com grande intensidade tráfego.

No estudo de Nilsson *et al.* defende-se ainda que a fonte será mais eficaz, do ponto de vista sonoro, colocada entre a estrada e o interior do parque e não no centro do parque.

A assimetria verificada no mascaramento entre o tráfego e som da fonte de água não foi surpreendente, dada uma maior preponderância de som de baixa frequência existente no ruído do tráfego face ao som da fonte, sendo conhecido que os sons de baixa frequência são mais difíceis de mascarar do que os sons de alta frequência, devido ao mascaramento energético [119], facto corroborado por Bolin *et al.*[120], que descobriram que os modelos existentes sobrestimavam a capacidade dos sons naturais para disfarçar o ruído com sons de ondas do mar e de vegetação para disfarçar o ruído de turbinas eólicas. Este estudo mostra as possibilidades e as limitações para a ideia de mascarar o ruído do tráfego indesejado com sons oriundos de uma fonte de água no interior do parque. Apesar de se verificarem alguns efeitos positivos, estes podem ser menos do que o esperado a partir do nível global e espectro dos sons.

No presente estudo, num ponto situado à beira mar, houve uma situação de mascaramento total do ruído rodoviário apesar deste se processar muito perto do local de medição. Isto ocorreu, no entanto num dia de rebentação muito forte pelo que esse som acabou por se superiorizar e dominar o ruído de tráfego.

7.1.3. PAISAGEM SONORA ARTIFICIAL

Um trabalho de Licitra *et al.* [121] apresenta como uma possível solução, para a mitigação do ruído antropogénico, a geração artificial de uma paisagem sonora, apresentando melhorias a nível subjetivo e objetivo das características acústicas e de conforto/prazer da paisagem sonora.

Este sistema consiste na adição artificial de faixas de som elaboradas com base na paisagem sonora e especificamente para aquele local para recriar a paisagem sonora.

Para o autor, é importante que as faixas sonoras se adequem ao local e não sejam faixas alarmantes ou culturalmente competitivas.

O sistema de áudio é composto por altifalante e microfone colocados de forma a cobrirem com um nível uniforme de pressão sonora toda área intervencionada.

Esta técnica revela um grande potencial para a utilização da abordagem da paisagem sonora artificial como uma ferramenta para restaurar locais acusticamente degradados onde não sejam possíveis, ou convenientes, as técnicas convencionais de combate ao ruído como a colocação de barreiras acústicas entre a fonte e o recetor.

O desenvolvimento desta técnica permite, através da geração artificial de uma paisagem sonora, mascarar o ruído existente no local e reestruturar a paisagem sonora natural em locais onde outro tipo de intervenção seria, pelo menos, muito difícil.

7.2. SUGESTÕES DE INTERVENÇÃO NOS PARQUES ESTUDADOS

7.2.1. PARQUE NACIONAL DA PENEDA E GERÊS

O parque Nacional da Peneda e Gerês apresenta em grande parte da sua área valores de ruído bastante baixos comparativamente aos valores de ruído a que as pessoas estão normalmente expostas (embora elevadas face ao panorama nos Estados Unidos da América). Ainda assim, foram encontradas áreas cujas paisagens sonoras podem ser melhoradas. No quadro 7.1. encontram-se listadas as principais fontes de ruído encontradas durante as medições.

Quadro 7.1. - Principais Fontes de Ruído no PNPG

Local	Ponto	Principais fontes de ruído
PNPG – Serra da Peneda	1	Trânsito rodoviário/Pessoas
	2	Trânsito rodoviário/Pessoas/Ruído de habitações
	3	Trânsito aéreo
	4	Trânsito rodoviário/Pessoas
	5	(Nada a assinalar)
	6	Trânsito rodoviário
PNPG – Serra do Soajo	7	Trânsito rodoviário/aéreo/AVAC
	8	Trânsito aéreo
	9	Trânsito aéreo
PNPG – Serra Amarela	10	Trânsito rodoviário
	11	Trânsito rodoviário/Pessoas/Ruído de habitações
PNPG – Serra do Gerês	12	Trânsito rodoviário/aéreo/Ruído de atividades económicas
	13	Trânsito aéreo
	14	(Nada a assinalar)
	15	(Nada a assinalar)
	16	Trânsito rodoviário/pessoas/ruídos de habitação
	17	Pessoas

Assim, após uma análise às principais fontes de ruído do PNPG, sugere-se o condicionamento de mais vias do PNPG, a exemplo do que é atualmente feito no troço da Mata de Albergaria (nomeadamente em zonas sensíveis como por exemplo a Mata de Tieiras, até pela sua localização, dado que é a via mais direta de ligação da Serra da Peneda ao resto do PNPG) onde a circulação é feita mediante o pagamento de uma taxa de circulação. Esta medida deve contemplar exceções para as populações locais sob o perigo de se tornar impopular.

Grande parte do piso da zona do parque encontra-se em más condições (com bastantes troços em terra batida, em “paralelos” e em alcatrão bastante degradado), o que promove o ruído dos veículos que lá passam. A sua substituição (pelo menos em áreas mais sensíveis), embora custosa, seria interessante do ponto de vista acústico. A longo prazo a rede viária dentro do parque também pode, e deve, ser redesenhada de forma a reduzir o seu impacto sonoro nas áreas do parque.

No caso particular das instalações da porta do Mezio, o equipamento AVAC foi claramente audível parte do tempo pelo que recomenda ou a sua substituição por um equipamento menos ruidoso ou o seu enclausuramento.

Porém, nos locais mais isolados o ruído que se tornou mais perceptível e incomodativo foi o do tráfego aéreo. O caso particular dos Estados Unidos da América neste tipo de problemas mostra-nos as

dificuldades em contornar este problema (a legislação que restringe os voos em zonas de parque nacional existe há muitos anos mas há uma grande dificuldade em fazê-la avançar e ser cumprida). De facto, a alteração de percursos e horários do tráfego aéreo é uma situação extremamente complicada mas que, em caso de sucesso na resolução deste problema, traduzir-se-ia numa mais-valia quer em termos da imagem ambiental do PNPG e das instituições envolvidas quer no volume de ecoturistas para “escutar o silêncio”.

Por último, recomenda-se a colocação de sinalização de incentivo ao silêncio por parte dos visitantes (figura 7.1.) nalgumas áreas do parque (pelo menos nas áreas mais sensíveis e com grande afluência de visitantes em conjunto com a distribuição de folhetos informativos sobre a importância dos silêncio.



Figura 7.1. Exemplo de sinalização introduzida num parque nos Estados Unidos da América apelando ao silêncio [122]

7.2.2. PARQUE NATURAL DO LITORAL NORTE

Embora os valores globais dos resultados obtidos na área do parque sejam “satisfatórios” existem pontos que permitiriam uma melhoria do ponto de vista acústico. Hoje em dia, e numa sociedade cada vez mais voltada para a qualidade do ambiente que frequenta e onde a imagem desempenha um papel importante, estas melhorias poderiam trazer benefícios acentuados e promover a imagem do parque que se poderia traduzir num crescente número de turistas para a região onde se insere, numa vertente de ecoturismo. No quadro 7.2. encontram-se dispostas as principais fontes de ruído encontradas nos pontos de medição do PNLN.

Quadro 7.2. – Principais Fontes de Ruído no PNLN

Local	Ponto	Principais fontes de ruído
PNLN – Zona Norte	18	Pessoas
	19	Trânsito rodoviário/Atividades de jardinagem (motosserras)
	20	Trânsito rodoviário
	21	Trânsito rodoviário/Embarcações recreativas
	22	Trânsito rodoviário
	23	Trânsito rodoviário
	24	Trânsito rodoviário/Pessoas
	25	Pessoas
PNLN – Zona Sul	26	Trânsito rodoviário/Aéreo
	27	Trânsito rodoviário/Pessoas
	28	Trânsito aéreo/Trabalhos agrícolas
	29	Trânsito rodoviário/Trabalhos agrícolas/Pessoas
	30	Trânsito rodoviário
	31	(Nada a assinalar)
	32	Trânsito rodoviário/Pessoas/Atividade de restauração
	33	Trânsito rodoviário/Pessoas

Conforme é possível avaliar, grande parte do ruído verificado no parque provém de fontes externas ao parque, em especial do tráfego rodoviário. Estando este parque inserido numa área muito pressionada urbanisticamente, torna-se necessária uma separação da área de parque da área não afeta ao parque.

As medidas sugeridas podem ser divididas em dois tipos. O primeiro tipo visa a redução efetiva do ruído provocado por fontes externas ao parque e o segundo a alteração da consciência e comportamento dos visitantes/utentes do parque.

Grande parte do ruído verificado no parque provém de fontes externas ao parque, em especial do tráfego rodoviário pelo que, estando este parque inserido numa área muito pressionada urbanisticamente, torna-se necessária uma separação acústica da área de parque da área não parque.

Desta forma sugere-se a colocação de barreiras acústicas na Estrada Nacional 13, especialmente em locais mais sensíveis, como nos pontos 20 (figura 7.2.) e 22 (figura 7.3.), na Zona Norte onde esta se encontra a curta distância.

Em alguns locais o pavimento das estradas de acesso é ainda em “paralelo” (cubos graníticos). A sua alteração para outro tipo de piso mais absorvente acusticamente traduzir-se-ia em melhorias significativas ao nível do ruído provocado pela interação pneu/estrada devendo ser equacionada também a introdução de lombas, para reduzir a velocidade de circulação dos veículos.

Em algumas estradas no interior do parque pode ser equacionado o condicionamento do acesso, como a cobrança de uma taxa simbólica de circulação (com isenção para os habitantes locais) visando a diminuição do tráfego viário ou restrição a veículos pesados. Esta solução poderia ser complementada com uma rede de transporte pública gratuita ou mais acessível que desincentivasse o uso de transporte próprio pelos visitantes do parque. A solução da taxa de circulação tem o atrativo de poder financiar as restantes intervenções. A longo prazo a rede viária dentro do parque também pode, e deve, ser redesenhada de forma a reduzir o seu impacto sonoro nas áreas do parque.

Em alguns locais do parque natural encontram-se construções (algumas delas ilegais) que provocam um natural aumento de ruído pela simples ocupação humana, como é o caso das “torres de Ofir”. Nesta situação, sendo a sua demolição um assunto sensível e sendo impossível “emparedar” as habitações com barreiras acústicas, sugere-se a utilização de uma paisagem sonora artificial nos locais mais próximos que possa pelo menos atenuar essa influência.



Figura 7.2. – Local recomendado para instalação de barreiras acústicas [Fotografia do autor]



Figura 7.3. – Local recomendado para instalação de barreiras acústicas [Fotografia do autor]

Ao nível social, nota-se a necessidade de uma intervenção de fundo. A palavra parque está conotada aos parques urbanos e jardins públicos, mais utilizados pelas pessoas, pelo que o conceito de parque natural ainda não foi bem percebido pela grande maioria da população. Isso está ainda mais vincado num parque como o PNLN devido à sua proximidade com as populações, com acesso fácil a jardins e parques urbanos públicos. A ausência nestes locais de bancos e canteiros leva as pessoas a considerarem os terrenos naturais como “mato” ou terreno ao abandono, havendo por isso uma certa desresponsabilização que levam a comportamentos pouco cívicos como o abandono de lixo ou vandalismo (figura 7.4) que são potenciados pela ausência de vigilância e controlo por parte de entidades ligadas ao parque.



Figura 7.4. – Atos de vandalismo contra propriedade do parque (PNLN) [Fotografia do autor]

O cordão dunar tem vindo também a sofrer as consequências desses atos e nem a colocação de caminhos obrigatórios no acesso às praias impede as pessoas de avançarem as cordas de separação e pisar ou até mesmo instalarem-se nas dunas, problema que ganha proporções gigantescas na época balnear.

Urge portanto sensibilizar a população para comportamentos mais cívicos e responsáveis começando pela população local, que muitas vezes desconhece a existência do próprio parque, através de atividades que criem relação de maior proximidade entre população e o parque natural para que as pessoas considerem o parque como “seu”.

8

Conclusões**8.1. CONCLUSÕES**

O presente trabalho permitiu a caracterização da paisagem sonora de alguns pontos ou locais das áreas estudadas através de medições acústicas *in situ*. A partir do estudo dos parâmetros utilizados, foi possível perceber de que forma varia o ruído em dois parques com características muito distintas, perceber de que forma a presença de ruídos antropogénicos degrada a paisagem sonora e distinguir as principais fontes de ruído para que se possa intervir de forma eficaz.

Os casos de estudo abordados foram o Parque Natural do Litoral Norte e o Parque Nacional da Peneda e Gerês. Os resultados permitem uma avaliação do panorama de ruído em vários pontos destes parques.

Apesar dos baixos valores de ruído de fundo registados em quase todas as áreas, quando comparados com os níveis a que as pessoas estão habitualmente expostas, os dados revelaram que as paisagens sonoras destas áreas naturais são bastante afetadas por fontes sonoras extrínsecas ao parque, como as vias de acesso. Esta situação verificou-se particularmente na Zona Norte do PNLN, onde existe apenas uma faixa de terreno de pequena largura entre as vias e as áreas afetadas ao parque e que impede uma melhor separação da área do parque da pressão urbana. No entanto, também fontes intrínsecas tiveram um forte impacto negativo na paisagem sonora como atividades que ocorrem no interior dos parques tais como a agricultura ou comércio. As principais fontes de ruído foram o tráfego rodoviário, o tráfego aéreo, o ruído provocado por pessoas (passos e vozes), os ruídos provocados por atividades humanas como a agricultura, indústria ou o comércio.

Salienta-se, ainda assim, que em pelo menos 50% dos pontos medidos nos Parques se tenham registado, pelo menos 70% do tempo de medição sem interferência de ruído humano.

No PNLN, 50% dos pontos estavam acima deste limiar: 38% dos pontos medidos na Zona Norte não satisfaziam esta meta mas em 62% dos pontos da Zona Sul foi possível ter mais de 70% do tempo de medição sem interferência humana.

No PNPG, esse valor é de 53%, sendo as regiões que apresentam menor quantidade de interferência de ruído humano na paisagem natural a Serra do Soajo e a Serra do Gerês, estando a Serra da Peneda no patamar oposto.

O Parque Natural do Litoral Norte, foi o parque mais ruidoso. Analizando ao pormenor verificou-se que a área mais ruidosa do parque foi a Zona Norte e a Zona Sul a menos ruidosa, com L_{Aeq} de 52 e 51 dB, respectivamente. Este facto pode ser justificado pela ausência de turismo, mais destinado à Zona Sul, na altura das medições e por a extensão de área na Zona Norte não permitir o distanciamento para

as fontes sonoras. Neste parque, o ponto mais ruidoso foi medido junto ao mar (65 dB), e o menos ruidoso foi uma área de pinha na Zona Sul, o ponto mais distanciado de qualquer fonte de ruído (35 dB).

O Parque Nacional da Peneda e Gerês foi o menos ruidoso. Neste parque a área mais ruidosa foi a Serra da Peneda, com um L_{Aeq} de 51 dB e a menos ruidosa foi a Serra do Soajo com 33 dB. Esta situação justifica-se pela existência na Serra Amarela de um dos maiores focos populacionais da área do PNPG, a povoação do Lindoso, e por passar nesta zona a principal via de ligação entre Portugal e Espanha. Neste parque, o ponto mais ruidoso situou-se junto da Lagoa da Peneda, pela existência de uma queda de água na proximidade, com um L_{Aeq} de 61 dB enquanto o ponto menos ruidoso localizou-se nas mamoas do soajo que, pelo seu isolamento, apresentou um valor de L_{Aeq} de 27 dB.

Analizando a degradação sonora (ΔL_A), dado pela diferença do nível de ruído de ponta e de fundo, os valores PNLN apresenta uma variação menor face ao PNPG. Isto explica-se pelo facto do nível de ruído de fundo ser menor, o que implica uma maior diferença face aos valores de pico. O PNLN acaba por beneficiar de um ruído de fundo maior (também em virtude do som da rebentação, audível na quase totalidade do parque). As zonas com maior degradação da paisagem sonora foram o ponto medido junto a Portas do PNPG, a do Mezio (20 dB) e a do Lindoso (19 dB). O ponto onde essa diferença foi menor, foi a Mata de Tieiras no PNPG (0,5 dB).

No PNPG, foram encontradas evidências do efeito do exterior na paisagem sonora do parque, apresentando os pontos limite do parque (ditas as portas do parque) valores de degradação sonora muito elevados face a pontos medidos no interior.

No PNLN, foram encontradas algumas potencialidades no mascaramento de ruído através do som da rebentação do mar.

Quando comparados com o caso de estudo do Parque da Cidade do Porto, os parques naturais estudados apresentaram melhores resultados em quase todos os parâmetros encontrando-se, apesar disso, uma situação acústica algo semelhante entre o Parque da Cidade do Porto e o Parque Natural do Litoral Norte, que se podem explicar pelas suas semelhanças em termos de espaço físico. Ainda assim, fica demonstrado que as áreas naturais estudadas possuem um melhor ambiente sonoro, mais propício ao papel de regenerador de stress.

Na comparação com a situação acústica dos parques nos Estados Unidos da América, os resultados mostraram que os valores registados em Portugal são tendencialmente mais elevados, especialmente quando não se tratam de áreas destinados a eventos culturais ou de lazer. No cenário da degradação da diferença entre o nível do ruído de ponta e de fundo, o PNLN apresenta-se como um dos “melhores parques”, enquanto o PNPG apresenta valores algo elevados. Nos restantes parâmetros, os valores dos casos de estudos são tendencialmente dos mais elevados.

Os níveis de ruído encontrados na generalidade da zonas, embora hajam pontos excepcionais, são inferiores ao aconselhado pela OMS para espaços ao ar livre (55 dB(A), nível que provoca uma possível interferência na comunicação de voz e prejudicando a sua inteligibilidade levando à perturbação do descanso ou comunicação por parte dos visitantes). Assim, os frequentadores destes espaços podem esperar um ambiente mais silencioso na maior parte destas áreas naturais quando comparado ao habitual das suas casas.

As conclusões deste estudo revelam que, embora a qualidade da paisagem sonora, na generalidade destes espaços, e de cumprirem a sua função regenerativa de stress e possibilitarem a fuga ao intenso

ruído quotidiano, há ainda um longo caminho a percorrer para se chegar a uma situação ideal de ausência de ruído.

8.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

A realização deste trabalho pretendeu iniciar o estudo do ruído em áreas naturais em Portugal e a sua degradação fruto da influência humana. Foram obtidos resultados e conclusões interessantes, e identificadas oportunidades para desenvolvimentos futuros, fruto de evidências surgidas ao longo do desenvolvimento do trabalho em pontos que necessitam de ser reanalisados possivelmente no futuro com uma nova visão do assunto.

Um dos primeiros pontos a desenvolver será estender a análise do ruído a todas as áreas naturais em Portugal. Essa análise permitiria uma visão global do panorama acústico das áreas naturais em Portugal e um plano de intervenção a nível nacional, em casos de necessidade.

Pela curta duração do período dedicado às medições acústicas, em função das características do trabalho, foi necessário limitar os parques analisados, e mesmo o número pontos de medição em cada área (no PNPG só foi possível realizar uma medição por local, devido às condições meteorológicas a à falta de tempo). Tendo-se verificado que o nível sonoro do mesmo parque pode variar consideravelmente com o ponto de medição, a escolha de outros pontos de medição teria influenciado os resultados? E de que forma?

Tendo em conta as características sazonais da utilização dos parques estudados, com maior afluência de visitantes no verão, torna-se também importante que este estudo se repita noutras estações do ano quer pela diferença de utilização (o PNLN é uma importante estância balnear, enquanto a área habitada do PNPG recebe os seus emigrantes e turistas) quer pela existência de diferentes especificidades e padrões climáticos.

É importante quantificar qual a variação do ruído face a essas situações.

Será também proveitoso perceber a influência da sobrecarga de visitantes existente na variação de dia útil para um dia feriado ou de fim-de-semana, juntamente com as estações do ano.

Seria também interessante avaliar os efeitos do ruído nas espécies animais e vegetais que são os habitantes de excelência destas regiões. Poderemos estar a prejudicar, irreversivelmente a biosfera destes locais?

Outra questão surge no seguimento de alguns resultados que revelam situações acústicas menos favoráveis. Haverá alguma forma de reduzir/atenuar o ruído? Será viável o condicionamento de acessos ou a alteração de vias de tráfego? Haverá maneira de mascarar esses os ruídos de forma eficaz? Bastarão os meios mais convencionais, como colocação de barreiras acústicas ou será necessário recorrer a outro tipo de intervenções? Resultaria uma abordagem social de forma a sensibilizar os utilizadores destes espaços?

E qual será a opinião de visitantes e moradores às questões do ruído? Serão valorizadas? Tornar-se-ia necessário a elaboração de um questionário a distribuir às pessoas de forma a perceber a sua reação.

A resposta a estas questões abrirá, certamente, a porta a muitas outras perguntas mas talvez no final seja possível um ambiente acústico melhor para nós, para os nossos descendentes e para o futuro da terra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Mansouri, N., Pourmahabadian, M. e Ghasemkhani, M. *Road Traffic Noise in Down Town Area of Tehran*. Iran J. Environ. Health Sci. Eng. 3(4), 2006, pp. 267-273.
- [2] Oyedepo, O. S. e Saadu, A. A. A comparative study of noise pollution levels in some selected areas in Ilorin Metropolis, Nigeria. *Environmental Monitoring and Assessment*, 158(1-4), pp. 155-167. 2009.
- [3] Botteldooren, D., Boes, M., Oldoni, D. e Coensel D., *The Role of paying attention to sounds in soundscape perception*. Proceedings of Acoustics 2012, Hong Kong. 2012.
- [4] Lynch, E., Joyce, D. e Frstrup, K., *An assessment of noise audibility and sound levels in U.S. National Parks*. Landscape Ecology Journal. N.26, pp. 1297-1309. 2011.
- [5] Trevinio, K. e Tutina, F., *Laws, Policies, and Authorities for the Protection of Soundscapes in the National Parks*. Proceedings of Inter-Noise 2012, Nova Iorque. 2012.
- [6] Miller, N. P., *Setting limits for acceptable noise in National Parks*. Proceedings of Inter-Noise 2009, Ottawa. 2009.
- [7] Duncam, E., *Protecting wildlife from noise impacts: A review of legislation and legal precedents in New England and by the Federal Government*. Proceedings of Inter-Noise 2012, Nova Iorque. 2012.
- [8] Dias, R., *O som e o ruído nos jardins urbanos do Porto*. Dissertação de Mestrado, MIEA FEUP. 2012.
- [9] Frstrup, K., 4pNS1: *Adapting noise measurement and modeling to meet legislative and policy mandates for National Park management*. 161st Meeting: Acoustical Society of America Seattle. 2011.
- [10] Frstrup, K., *Rapid noise mapping and display methods to support planning processes in U.S. National Parks*. Proceedings of Inter-Noise 2012. Nova Iorque. 2012.
- [11] ISO 12913-1 Acoustics - Soundscape - Part 1: Definition and conceptual framework. Draft.
- [12] Hingson, D. J., *Grand Canyon vs the Soundscape from Nowhere*. Proceedings of Inter-Noise 2009, Ottawa. 2009.
- [13] Genuit, K. e Fiebig, A., *Relationship between environmental noise, sound quality, soundscape*. 164th Meeting: Acoustical Society of America, Kansas. 2012.
- [14] *Grand Canyon Enlargement Act of 1975*. 16 U.S.C. 221, 228a e seguintes. Estados Unidos da América. 1975.
- [15] *National Park Service Organic Act of 1916*. 16 U.S.C. 1, Estados Unidos da América. 1916.
- [16] *National Park Service General Authorities Act of 1970*. 16 U.S.C. Secção 1, Estados Unidos da América. 1970.
- [17] *Wilderness Act of 1964*. 16 U.S.C. 1131, Estados Unidos da América. 1964.
- [18] Hall, T., *Hiker's Perspectives on solitude and wilderness*, *Internacional Journal of Wilderness*, Vol.7, N.2.2001.
- [19] *Noise Control Act of 1972*. 42 U.S.C. 4901, Estados Unidos da América. 1972. <http://www.epa.gov/lawsregs/laws/nca.html> acedido em 14-11-2012.

- [20] *National Parks Overflights Act of 1987*. Public Law 100-91, Estados Unidos da América. 1987.
- [21] *National Parks Air Tour Management Act of 2000*. Public Law 106-181, Estados Unidos da América. 2000.
- [22] *National Park Service – Natural Sounds and Nightskies Division*. http://www.nature.nps.gov/sound_night/ acedido em 02-10-2012.
- [23] *NPS Visitor User guide*. http://www.nature.nps.gov/sound/assets/docs/Visitor_Use_8.2.pdf acedido em 03-10-2012.
- [24] *Director's Order 47*. <http://www.nps.gov/policy/DOrders/DOrder47.html> acedido em 03-10-2012.
- [25] Stack, D. *et al.*, *Reducing visitor noise levels at Muir Woods National Monument using experimental management*. Journal of the Acoustical Society of America Vol.129, N.3. 2011.
- [26] *Litand Laundry: Family Field Trip: Muir Woods*. <http://litandlaundry.blogspot.pt/2008/09/family-field-trip-muir-woods.html> acedido em 13-11-2012.
- [27] Park, L, *et al.*, *Modeling and mapping hiker's exposure do transportation noise in Rocky Mountain National Park*. ParkScience Vol. 26, N. 3. 2009.
- [28] Skip Ambrose, *Sound Levels and Audibility of Common Sounds in Frontcountry and Transitional Areas in Grand Canyon National Park, 2007-2008*. NPS Report No. GRCA-08-04. 2008.
- [29] Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise, publicado em 18/7/2002, L189/12-25.
- [30] *Decreto-Lei nº 146/2006 de 31 de Julho*. Diário da República, 1ª Série – Nº 146.
- [31] Aspuro, I, *et al.*, *Soundscapes of Urkiola: Sounds in Natural Parks of Bizkaia*. Inter-Noise 2012, Nova Iorque, 2012.
- [32] Ricardo, H, *Paisajes Sonoros de Anceu*, Laboratorio de Ingeniería Acústica, Universidad de Cádiz. 2012. (em preparação)
- [33] Molina, R. H., *et al.*, *análisis del valor límite en las áreas naturales a través del estudio del paisaje sonoro natural*. VIII Congresso Ibero-Americano de Acústica, Évora. 2012.
- [34] *Paisagens Acústicas Naturais de Portugal*. <https://sites.google.com/site/asnmnhn/proyecto> acedido em 15-11-2012.
- [35] Cessford, G., *Noise Impact Issues on the Great Walks of New Zealand*, Rocky Mountain Research Station, USDA Forest Service, No. RMRS-P-15(Vol. 4) pp. 69-76. 2000.
- [36] Carvalho, A. P. O., *Acústica Ambiental e de Edifícios*. Ed. 8.0, FEUP, Porto. 2011.
- [37] *Sound Reflection*. <http://physics.tutorvista.com/waves/sound-reflection.html> acedido em 22-12-2012
- [38] Laessoe, Q., *The Atrahasis Epic, A Babylonian History of Mankind*, pp. 90–102, Bibliotheca Orientalis, 13. Holanda. 1956.
- [39] *inadbrasil.org - Acústica como ciência*, <http://inadbrasil.org/acusticaciencia> acedido em 14-11-2012.

- [40] *Music and Computers* – http://music.columbia.edu/cmc/musicandcomputers/chapter3/03_03.php acedido em 22-12-2012.
- [41] *A medicina do som* - http://www.amattos.eng.br/Public/INSTRUMENTOS_MUSICAIS/Textos/Medic_Som/Medicina_Som.html acedido em 22-12-2012.
- [42] *La fréquence et la hauteur: 2 caractéristiques liées* - <http://tpe-guitare-acoustique.e-monsite.com/pages/i-du-son-au-son-musical-caracteristiques-et-definitions/la-frequence-et-la-hauteur-deux-caracteristiques-liees.html> acedido em 22-12-2012.
- [43] *Som* - <http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/som/som-3.php> acedido em 19-11-2012.
- [44] *Q factor bandwidth in octave filter calculator formula*, <http://www.sengpielaudio.com/calculator-bandwidth.htm> acedido em 01-02-2013.
- [45] *Pac Silence – Abris acoustiques pour poms à chaleur* - www.pac-silence.fr acedido em 14-11-2012.
- [46] *Electrical Engineering – Properties of sound*. <http://alihassanelashmawy.blogspot.pt/2012/01/properties-of-sound.html> acedido em 14-11-2012.
- [47] *California Department of Transportations – Noise and Vibration Studies*. http://www.dot.ca.gov/hq/env/noise/online_training_module1/slides/slide69.htm acedido em 14-11-2012.
- [48] Comissão das Comunidades Europeias (CCE 2000), Directiva ao Parlamento Europeu e do Conselho relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente. 2000.
- [49] Muzzet, A., *Noise exposure from various sources - sleep disturbances dose-effect relationships on adults*, WHO Technical Meeting on Exposure-response relationships of noise on health, Estrasburgo. 2000.
- [50] Belojevic G., Jakovleviac B., Alesksc O. *Subjective reactions for traffic noise with regard to some personality traits*. Environ Int. 23:221-6. 1997.
- [51] ACITAL - *Ruído x Saúde. Efeitos, consequências e precauções* <http://www.acital.com.br/noticias/ruído-x-saúde-efeitos-consequencias-e-precaucoes>. Acedido em 18-11-2012.
- [52] Henrique, Luís L. *Acústica musical*, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa. 2002.
- [53] Schafer, R.M., *The new soundscape: a handbook for the modern music teacher*, BMI, Canada. 1969.
- [54] *Definição de Soundscape*, <http://www.edtl.com.pt>. Acedido em 18-11-2012.
- [55] NP EN 45020: 2001 - Normalização e actividades correlacionadas. Vocabulário geral (Guia ISO/IEC 2:1996). Correspondência: EN 45020:1998 IDT.
- [56] *Introdução ao Conceito de Normalização em Geral e sua Importância na Engenharia* : <http://www.inegi.pt/instituicao/ons/pdf/JASA-1.PDF>, acedido em 13-11-2012.
- [57] NP ISO 1996 -1. *Acústica – Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente – Parte 1: Grandezas fundamentais e métodos de avaliação*. Instituto Português da Qualidade. 2011.
- [58] NP ISO 1996 -2. *Acústica – Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente – Parte 2: Determinação dos níveis de pressão sonora do ruído ambiente*. Instituto Português da Qualidade. 2011.

- [59] Agência Portuguesa do Ambiente: <http://www.apambiente.pt/>, acedido em 15-12-2011.
- [60] Agência Portuguesa do Ambiente. *Guia prático para medições de ruído ambiente*. Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território, Lisboa, 2011.
- [61] Levy, L., Sarah Falzarano, S., *Overflights and Natural Soundscape Program*, Grand Canyon National Park NPS Report No. GRCA-07-02. 2007.
- [62] Antunes, S., Equipamento e calibrações. In *Curso sobre Aspectos Regulamentares e Normativos do Domínio do Ruído e das Vibrações*, Módulo VI, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa. 2000.
- [63] *Measutronix, Ltd The Measurement Solution for Industrial*, <http://www.measuretronix.com/en/> acedido em 21-11-2012 .
- [64] *Introdução ao sonómetro*, <http://iie.fing.edu.uy/ense/asign/dsp/proyectos/2002/sonometro/Intro.html>, acedido em 21-11-2012.
- [65] *SPECMAN – Soluções para medições de ruído ocupacional*. <http://www.specman.pt/RO.htm>, acedido em 21-11-2012.
- [66] *Filtro passa-faixa*, http://pt.wikipedia.org/wiki/Filtro_passa-faixa, acedido em 22-11-2012.
- [67] Decreto n.º 187/71, de 8 de maio, publicado no Diário do Governo, 1.ª série, n.º 108, de 8 de maio de 1971.
- [68] *Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas*. <http://www.icnf.pt/ICNPportal/vPT2007-AP-Geres/> acedido em 02-11-2012.
- [69] *Castro de Outeiro*. <http://oficinad.ww75.a2hosting.com/patrimonio-arqueologico/castro-de-outeiro.html> acedido em 12-12-2012.
- [70] *Associação Amigos de Vila Nova – Caminhada: Geira Romana*. <http://www.amigosdevilanova.com/?id=51&f=actividade&a=61> acedido em 12-12-2012.
- [71] *Geira Romana*. http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Geira_Milha_XXIX_detalhe.jpg acedido em 12-12-2012.
- [72] *Mosteiro de Santa Maria das Júnias*. http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Mosteiro_de_santa_maria_das_junias.JPG acedido em 13-12-2012.
- [73] *Parque Nacional da Peneda e Gerês*. [http://www.infopedia.pt/\\$parque-nacional-da-peneda-geres](http://www.infopedia.pt/$parque-nacional-da-peneda-geres) acedido em 28-11-2012.
- [74] *Hoje o meu trilho levam-me ao... Gerês – Os meus trilhos*. <http://trilhos.wordpress.com/category/parques-naturais/pn-peneda-geres/page/2/> acedido em 12-12-2012.
- [75] *Grupo lobo – Cão de Gado* .<http://lobo.fc.ul.pt/caodegado/castro-laboreiro.html> acedido em 28-11-2012.
- [76] *Serra da Peneda*. [http://www.infopedia.pt/\\$serra-da-peneda](http://www.infopedia.pt/$serra-da-peneda) acedido em 28-11-2012.
- [77] *Coordenadas geográficas*. http://pt.wikipedia.org/wiki/Coordenadas_geogr%C3%A1ficas, acedido em 13/12/2012.

- [78] *Marão Online – Jornal Regional de Trás-os-Montes, Douro, Tâmega e Sousa*. http://www.maraoonline.com/MARAO/MARAO_online_Fev_1/831B8770-9CC0-4347-9550-A516597085D6_files/geres%20mapa%20parque-3.jpg acedido em 28-11-2012.
- [79] *Sistema de Informação para o Património Arquitectónico – Castelo de Castro Laboreiro*. http://www.monumentos.pt/Site/APP_PagesUser/SIPA.aspx?id=2273 acedido em 28-11-2012.
- [80] *IGESPAR – Castelo de Castro Laboreiro* <http://www.igespar.pt/pt/patrimonio/pesquisa/geral/patrimonioimovel/detail/69848/> acedido em 28-11-2012.
- [81] *A Aldeia de Castro Laboreiro*. <http://www.castrolaboreiro.com/index.php/castro-laboreiro> acedido em 28-11-2012.
- [82] *Castro Laboreiro – Aldeias e Vilas Históricas* <http://www.lifecooler.com/edicoes/lifecooler/desenvRegArtigo.asp?reg=382473> acedido em 28-11-2012.
- [83] *Senhora da Peneda*. <http://alfarrabio.di.uminho.pt/lindoso/Romarias/peneda.htm> acedido em 29-11-2012.
- [84] *Serra da Peneda*. <http://serradapeneda.blogspot.pt/> acedido em 29-11-2012.
- [85] *As cinco portas do Gerês devem abrir todas ainda este ano – Público*. <http://publico.pt/local/noticia/as-cinco-portas-do-geres-devem-abrir-todas-ainda-este-ano-1395929> acedido em 19-11-2012.
- [86] *Porta de Lamas de Mouro*. <http://asnotasparaomeudiario.blogspot.pt/2006/08/porta-de-lamas-de-mouro.html> acedido em 19-11-2012.
- [87] *Município de Melgaço – Porta de Lamas de Mouro*. http://www.cm-Melgaco.pt/portal/page/melgaco/portal_municipal/Turismo/Ambiente/Turismo_ambiente_porta%20de%20lama acedido em 19-11-2012.
- [88] *Porta de Lamas de Mouro*. <http://www.kart-cross-portugal.com/blog/wp-content/uploads/2010/03/porta-lamas-mouro.jpg> acedido em 19-11-2012.
- [89] *Serra do Soajo*. http://pt.wikipedia.org/wiki/Serra_do_Soajo acedido em 19-11-2012.
- [90] *Porta do Mezio*. <http://www.portadomezio.pt/mezio/> acedido em 19-11-2012.
- [91] *Sistema de Informação para o Património Arquitectónico – Antas da Serra do Soajo*. http://www.monumentos.pt/Site/APP_PagesUser/SIPA.aspx?id=5162 acedido em 19-11-2012.
- [92] *Serra Amarela*. http://pt.wikipedia.org/wiki/Serra_Amarela acedido em 20-11-2012.
- [93] *Amarelo – Origem da Palavra*. <http://origemdapalavra.com.br/palavras/amarelo/> acedido em 20-11-2012.
- [94] *Património – Serra Amarela – Terras de Bouro*. <http://www.cm-terrasdebouro.pt/CustomPages/ShowPage.aspx?pageid=c773ab2a-f16c-411a-bee3-a3326356a62b&m=c7> acedido em 20-11-2012.
- [95] *Porta para o Parque de Gerês fica no Lindoso - JN*. http://www.jn.pt/PaginaInicial/Interior.aspx?content_id=683132&page=2 acedido em 15-11-2012.
- [96] *Lindoso*. <http://alfarrabio.di.uminho.pt/lindoso/> acedido em 14-11-2012.
- [97] *Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas*. <http://www.icnf.pt/ICNPportal/vPT2007-AP-Geres/Visitar+Area+Protegida/Educacao+Ambiental/?res=1280x800> acedido em 15-11-2012.
- [98] *Vilarinho das Furnas*. http://pt.wikipedia.org/wiki/Vilarinho_das_Furnas acedido em 05-12-2012.

- [99] *Serra do Gerês*. http://pt.wikipedia.org/wiki/Serra_do_Gerês acessado em 13-11-2012.
- [100] *Património – Serra do Gerês – Terras de Bouro*. <http://www.cm-terrasdebouro.pt/CustomPages/ShowPage.aspx?pageid=97d05cb2-a315-4414-8dde-8cd900147248&m=c6> acessado em 13-11-2012.
- [101] *Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas*. <http://www.icnf.pt/ICNPortal/vPT2007-AP-Geres/Visitar+Area+Protegida/Educacao+Ambiental/> acessado em 13-11-2012.
- [102] *Porta PNPG Campo do Gerês*. <http://portapnpgcampodogeres.blogspot.pt/> acessado em 13-11-2012.
- [103] *Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas*. <http://www.icnf.pt/ICNPortal/vPT2007-AP-Geres/Visitar+Area+Protegida/Sugestoes+Visita/Percursos+pedestres/Ficha+de+Percurso/trilho+cidade+calced%C3%B3nia+pnpg.htm> acessado em 05-12-2012.
- [104] *Fronteiras: Portela do Homem*. <http://historiasdaraia.blogspot.pt/2010/10/fronteiras-portela-do-homem.html> acessado em 05-12-2012.
- [105] *Pitões das Júnias*. <http://www.pitoesdasjunias.com/dados-gerais.html> acessado em 06-12-2012.
- [106] *Pitões da Júnias*, <http://olhares.uol.com.br/pitoes-das-junias-foto1111589.html> acessado em 01-02-2013.
- [107] *Decreto-Regulamentar nº6/2005 de 21 de Julho*, nº 139, série I – B.
- [108] *Decreto-Lei nº 357/1987 de 17 de Novembro*. Diário da República, nº 257, Série I –.
- [109] *Parque Natural do Litoral Norte (Esposende)* [http://www.infopedia.pt/\\$area-de-paisagem-protegida-do-litoral-de](http://www.infopedia.pt/$area-de-paisagem-protegida-do-litoral-de) acessado em 09-11-2012.
- [110] *Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas*. <http://www.icnf.pt/ICNPortal/vPT2007-AP-LitoralNorte/?res=1280x800> acessado em 09-11-2012.
- [111] *Esposende e o seu conselho – Notícias*, <http://concelhodeesposende.blogspot.pt/2010/06/grupo-dos-sargaceiros-da-casa-do-povo.html> acessado em 28-01-2013.
- [112] *Campos de Maseira – Portal da CMPV*, <http://www.cm-pvarzim.pt/turismo/conhecer-a-povoa/campos-de-maseira>, acessado em 28-01-2013.
- [113] *Plano de Ordenamento e Gestão do Parque Natural do Litoral Norte – Fase I*. http://www.icnf.pt/NR/rdonlyres/BDFFDA11-2890-43A8-996F-78B5DDCCBA32/0/F1_ParteI_VolIV_Uso_Solo_etc_04b.pdf acessado em 09-11-2012.
- [114] *Litoral Norte :: Arqnat*. <http://arqnat.webnode.pt/parques-naturais-portugueses/parque-natural-do-litoral-norte/> acessado em 27-01-2013.
- [115] *Google Earth Maps* ©: <http://maps.google.pt>, acessado em 12/11/2012.
- [116] Instituto do Ambiente. *Técnicas de Prevenção e Controlo de Ruído* : https://dspace.ist.utl.pt/bitstream/2295/40154/1/tecnicas_controlo_ruido.pdf, 2002.
- [117] Nilsson, M. E., Alvarsson, J., Rådsten-Ekman, M. e Bolin, K. *Auditory masking of wanted and unwanted sounds in a city park*. Noise Control Eng. J. 58, 5, pp. 524-531. 2010.
- [118] Brown, A. L. e Rutherford S. *Using the sound of water in the city*, Landscape Australia, 2, 103–107. 1994.

- [119] Moore, B. C. J. *Frequency analysis and masking*, Hearing, edited by B. C. J. Moore, Academic Press, London, pp. 161–205. 1995.
- [120] Bolin, K. Nilsson, M. E. e Khan S., *The Potential of Natural Sounds to Mask Wind Turbine Noise*, Acta Acustica united with Acustica, 96, 131–137. 2010.
- [121] Licitra, G., Cobianchi M. e Brusci L. *Artificial soundscape approach to noise pollution in urban areas*. Inter-Noise 2010, Lisboa. 2010.
- [122] *Cathedral Grove*. <http://affadshaikh.com/tag/cathedral-grove/> acedido 13-12-2012.

ANEXOS

ANEXO I: Folha de campo utilizada nas medições acústicas..... C

ANEXO II: Caracterização acústica de cada parque..... D

ANEXO I

Folha de campo utilizada nas medições acústicas.

Local			Hora			Parâmetros estatísticos (dB))			L _A (dB)			Observações
T (°C)	HR (%)	V.V. (m/S)	Hora	Duração	Ruído antropogénico	L _{A10}	L _{A50}	L _{A90}	LF _{min}	LF _{max}	L _{Aeq}	

Local			Hora			Parâmetros estatísticos (dB))			L _A (dB)			Observações
T (°C)	HR (%)	V.V. (m/S)	Hora	Duração	Ruído antropogénico	L _{A10}	L _{A50}	L _{A90}	LF _{min}	LF _{max}	L _{Aeq}	

Local			Hora			Parâmetros estatísticos (dB))			L _A (dB)			Observações
T (°C)	HR (%)	V.V. (m/S)	Hora	Duração	Ruído antropogénico	L _{A10}	L _{A50}	L _{A90}	LF _{min}	LF _{max}	L _{Aeq}	

Local			Hora			Parâmetros estatísticos (dB))			L _A (dB)			Observações
T (°C)	HR (%)	V.V. (m/S)	Hora	Duração	Ruído antropogénico	L _{A10}	L _{A50}	L _{A90}	LF _{min}	LF _{max}	L _{Aeq}	

ANEXO II

Caracterização acústica de cada parque.

1. Parque Nacional da Peneda e Gerês – Serra da Peneda

1ª Medição: 29-11-2012 (pontos 1,2,3 e 4) e 08-12-2012 (pontos 5 e 6)

Ponto	Início (hh:mm)	Duração(mm:sm)	Duração de ruído antropogénico (mm:ss)	Latitude	Longitude	Estado do céu
1	13:17	15:03	04:08	42°01.388'	008°09.500'	Muito Nublado
2	13:50	13:04	06:21	42°01.816'	008°09.505	Muito Nublado
3	15:21	10:20	01:42	42°00.385'	008°12.450'	Muito Nublado
4	16:08	14:37	06:34	41°58.507'	008°13.387'	Muito Nublado
5	15:40	10:20	00:00	41°59.260'	008°14.202'	Nublado
6	16:52	12:21	02:21	42°02.340'	008°14.755'	Nublado
Ponto	L _{A10} (dB)	L _{A50} (dB)	L _{A90} (dB)	L _{Amin} (dB)	L _{Amax} (dB)	L _{Aeq} (dB)
1	47,5	42,0	40,0	37,8	64,1	44,3
2	52,0	47,0	44,5	39,7	68,4	53,1
3	52,5	52,0	52,0	51,6	58,0	51,2
4	52,0	51,5	51,0	50,8	61,6	50,9
5	61,5	61,0	60,5	58,9	63,8	61,3
6	37,0	34,0	28,0	23,0	48,7	44,7

2. Parque Nacional da Peneda e Gerês – Serra do Soajo

1ª Medição: 02-12-2012

Ponto	Início (hh:mm)	Duração (mm:ss)	Duração de ruído antropogénico (mm:ss)	Latitude	Longitude	Estado do céu
7	11:52	17:07	08:26	41°53.087'	008°18.816'	Limpo
8	12:26	15:44	00:30	41°52.781'	008°18.780'	Limpo
9	13:05	14:19	02:43	41°53.431'	008°18.819'	Limpo
Ponto	L _{A10} (dB)	L _{A50} (dB)	L _{A90} (dB)	L _{Amin} (dB)	L _{Amax} (dB)	L _{Aeq} (dB)
7	46,5	34,0	26,5	23,8	59,6	43,2
8	27,0	22,0	21,0	20,5	53,8	26,6
9	32,0	24,5	23,5	22,6	48,2	29,7

3. Parque Nacional da Peneda e Gerês – Serra Amarela

1ª Medição: 03-12-2012

Ponto	Início (hh:mm)	Duração (mm:ss)	Duração de ruído antropogénico (mm:ss)	Latitude	Longitude	Estado do céu
10	10:23	12:03	04:03	41°49.078'	008°15.704'	Limpo
11	17:39	17:17	13:12	41°51.639'	008°12.078'	Limpo
12	14:02	10:46	00:00	41°46.782'	008°11.839'	Pouco Nublado
Ponto	L _{A10} (dB)	L _{A50} (dB)	L _{A90} (dB)	L _{Amin} (dB)	L _{Amax} (dB)	L _{Aeq} (dB)
10	47,0	39,0	34,0	29,1	64,2	53,1
11	50,0	37,5	31,5	28,2	71,5	51,9
12	45,5	42,0	40,5	38,8	66,1	45,0

4. Parque Nacional da Peneda e Gerês – Serra da Peneda

1ª Medição: 30-11-2012 e 08-12-2012

Ponto	Início (hh:mm)	Duração (mm:ss)	Duração de ruído antropogénico (mm:ss)	Latitude	Longitude	Estado do céu
13	11:16	10:14	04:08	41°45'007'	008°11.840'	Pouco Nublado
14	11:43	10:13	01:32	41°43.376'	008°11.981'	Pouco Nublado
15	16:48	11:03	00:00	41°48.503'	008°07.889'	Pouco Nublado
16	14:43	13:42	08:43	41°50.445'	007°57.008'	Limpo
17	15:45	11:31	03:42	41°49.884'	007°56.555'	Limpo
Ponto	L _{A10} (dB)	L _{A50} (dB)	L _{A90} (dB)	L _{Amin} (dB)	L _{Amax} (dB)	L _{Aeq} (dB)
13	43,0	37,0	33,0	31,0	55,2	39,8
14	27,0	25,0	23,0	22,2	63,7	42,0
15	42,0	38,0	35,5	33,3	60,1	40,6
16	49,0	37,0	35,0	26,2	57,8	49,3
17	47,5	42,0	39,5	39,4	58,0	47,0

5. Parque Natural do Litoral Norte – Zona Norte

1ª Medição: 27-11-2012

Ponto	Início (hh:mm)	Duração (mm:ss)	Duração de ruído antropogénico (mm:ss)	Latitude	Longitude	Estado do céu
18	10:56	12:13	00:18	41°32.769'	008°47.532'	Muito Nublado
19	11:30	15:50	14:38	41°33.012'	008°47.186'	Muito Nublado
20	11:53	15:30	15:30	41°33.043'	008°47.074'	Muito Nublado
21	13:56	15:06	01:45	41°36.500'	008°48.336'	Muito Nublado
22	14:49	10:48	10:48	41°31.084'	008°46.445'	Muito Nublado
23	15:20	10:03	10:03	41°32.500'	008°47.415'	Muito Nublado
24	16:14	14:05	14:05	41°32.113'	008°47.146'	Muito Nublado
25	17:33	15:32	02:16	41°35.140'	008°48.171'	Muito Nublado
Ponto	L _{A10} (dB)	L _{A50} (dB)	L _{A90} (dB)	L _{Amin} (dB)	L _{Amax} (dB)	L _{Aeq} (dB)
18	67,2	65,0	63,3	59,7	71,0	66,6
19	50,1	48,0	45,9	44,5	62,2	48,9
20	52,8	50,0	46,7	43,9	60,3	50,6
21	48,5	45,4	43,7	40,0	60,2	47,5
22	47,0	45,3	43,2	41,6	61,3	45,4
23	72,9	50,2	48,5	46,9	79,3	68
24	56,2	47,8	45,8	44,5	69,3	53,5
25	49,1	45,9	43,3	43,7	60,6	47,5

2ª Medição: 01-12-2012

Ponto	Início (hh:mm)	Duração (mm:ss)	Duração de ruído antropogénico (mm:ss)	Latitude	Longitude	Estado do céu
18	16:03	15:24	00:00	41°32.769'	008°47.532'	Pouco Nublado
19	16:25	10:04	09:12	41°33.012'	008°47.186'	Pouco Nublado
20	16:41	13:30	13:30	41°33.043'	008°47.074'	Pouco Nublado
21	17:48	12:32	01:14	41°36.500'	008°48.336'	Pouco Nublado
22	14:30	15:02	15:02	41°31.084'	008°46.445'	Pouco Nublado
23	15:40	13:21	13:21	41°32.500'	008°47.415'	Pouco Nublado
24	15:10	15:32	15:32	41°32.113'	008°47.146'	Pouco Nublado
25	17:14	10:31	01:08	41°35.140'	008°48.171'	Pouco Nublado
Ponto	L _{A10} (dB)	L _{A50} (dB)	L _{A90} (dB)	L _{Amin} (dB)	L _{Amax} (dB)	L _{Aeq} (dB)
18	64,8	63,0	60,7	57,9	69,0	63,4
19	48,9	46,0	45,1	43,1	60,4	47,5
20	52,2	49,0	46,3	42,5	59,5	49,8
21	47,5	43,6	41,3	39,0	57,6	45,1
22	46,0	43,7	41,8	40,4	59,9	44,4
23	71,5	48,8	47,5	45,5	79,3	65,4
24	54,8	47,2	45,2	42,9	69,3	51,7
25	46,9	45,1	42,7	41,1	58,8	46,3

3ª Medição: 28-01-2013

Ponto	Início (hh:mm)	Duração (mm:ss)	Duração de ruído antropogénico (mm:ss)	Latitude	Longitude	Estado do céu
18	13:23	14:50	00:00	41°32.769'	008°47.532'	Pouco Nublado
19	12:20	14:55	13:08	41°33.012'	008°47.186'	Pouco Nublado
20	12:45	15:30	15:30	41°33.043'	008°47.074'	Pouco Nublado
23	11:45	15:05	06:15	41°32.500'	008°47.415'	Pouco Nublado
24	13:57	15:50	15:50	41°32.113'	008°47.146'	Pouco Nublado
Ponto	L _{A10} (dB)	L _{A50} (dB)	L _{A90} (dB)	L _{Amin} (dB)	L _{Amax} (dB)	L _{Aeq} (dB)
18	66,5	65	63	60,9	71,8	65,2
19	48	46	44,5	43,2	57,4	46,9
20	54,5	52	49,5	47,6	66,8	52,9
23	55	53,5	51,5	48,2	63	53,9
24	56,5	54	52	46,7	65,3	55,6

6. Parque Natural do Litoral Norte – Zona Sul

1ª Medição: 28-11-2012

Ponto	Início (hh:mm)	Duração (mm:ss)	Duração de ruído antropogénico (mm:ss)	Latitude	Longitude	Estado do céu
26	11:40	12:03	02:34	41°28.313'	008°46.424'	Pouco Nublado
27	15:37	15:03	01:51	41°28.706'	008°46.508'	Pouco Nublado
28	16:23	11:44	01:10	41°28.349'	008°46.282'	Pouco Nublado
29	16:49	13:07	07:44	41°28.433'	008°46.081'	Pouco Nublado
30	12:33	12:03	02:34	41°29.963'	008°46.424'	Pouco Nublado
31	13:18	10:06	00:00	41°30.379'	008°47.245'	Pouco Nublado
32	13:54	11:23	04:53	41°31.026'	008°47.222'	Pouco Nublado
33	14:15	11:46	06:02	41°31.116'	008°47.150'	Pouco Nublado
Ponto	L _{A10} (dB)	L _{A50} (dB)	L _{A90} (dB)	L _{Amin} (dB)	L _{Amax} (dB)	L _{Aeq} (dB)
26	51,2	48,3	46,0	44,4	61,6	49,3
27	49,5	47,9	46,6	43,9	60,8	48,8
28	49,3	46,9	45,7	44,7	70,1	49,3
29	48,3	46,4	44,5	42,7	51,2	47,2
30	36,3	34,7	33,3	31,8	52,6	35,7
31	66,2	65,2	64,0	62,9	67,7	65,5
32	63,0	62,2	61,7	58,6	66,7	63,2
33	48,6	46,6	45,7	44,4	56,6	47,7

2ª Medição: 01-12-2012

Ponto	Início (hh:mm)	Duração (mm:ss)	Duração de ruído antropogénico (mm:ss)	Latitude	Longitude	Estado do céu
26	09:13	14:31	03:12	41°28.313'	008°46.424'	Pouco Nublado
27	10:40	13:03	01:29	41°28.706'	008°46.508'	Pouco Nublado
28	09:50	10:22	00:57	41°28.349'	008°46.282'	Pouco Nublado
29	10:10	13:43	07:58	41°28.433'	008°46.081'	Pouco Nublado
30	11:35	12:01	02:41	41°29.963'	008°46.424'	Pouco Nublado
31	12:30	11:03	00:00	41°30.379'	008°47.245'	Pouco Nublado
32	13:07	15:03	06:20	41°31.026'	008°47.222'	Pouco Nublado
33	13:34	15:04	07:58	41°31.116'	008°47.150'	Pouco Nublado
Ponto	L _{A10} (dB)	L _{A50} (dB)	L _{A90} (dB)	L _{Amin} (dB)	L _{Amax} (dB)	L _{Aeq} (dB)
26	48,8	46,7	45,0	43,2	59,6	47,7
27	48,5	47,1	45,4	43,5	59,8	47,6
28	48,7	46,1	45,3	43,3	69,1	47,7
29	45,7	44,6	42,5	41,3	50,0	44,8
30	35,7	34,3	32,7	31,0	51,4	34,7
31	64,8	63,8	63	61,5	65,7	63,9
32	61,0	59,8	58,3	56,0	64,9	59,6
33	46,4	45,4	44,3	42,4	55,8	45,7

3ª Medição: 28-01-2013

Ponto	Início (hh:mm)	Duração (mm:ss)	Duração de ruído antropogénico (mm:ss)	Latitude	Longitude	Estado do céu
32	14:50	15:23	07:24	41°31.026'	008°47.222'	Pouco Nublado
33	15:34	16:02	07:03	41°31.116'	008°47.150'	Pouco Nublado
Ponto	L _{A10} (dB)	L _{A50} (dB)	L _{A90} (dB)	L _{Amin} (dB)	L _{Amax} (dB)	L _{Aeq} (dB)
32	63,5	62,5	61	58,9	72	62,7
33	52,5	51	50	48	58	51,5